
DUPLICATE
HX00011436



SIGILLVM · COLLEGII · COLVMBIAE · NOVI · EBORACI
IN LVMINE TVO VIDEBIMVS LVMEN
I·PET·II·1·2·

A Monsieur le Prof. Obersteiner
Hommage de l'auteur
A. van Gehuchten

Anatomie du Système Nerveux de l'homme

Imprimerie des Trois Rois
Directeur A. Uystpruyst
10, rue de la Monnaie, 10
Louvain.

ANATOMIE

DU

SYSTÈME NERVEUX

DE L'HOMME

LEÇONS

professées à l'Université de Louvain

PAR

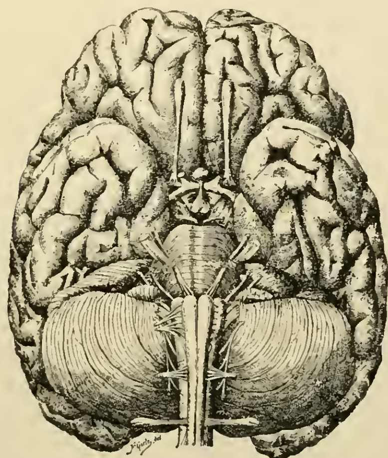
A. Van Gehuchten

Professeur ordinaire à la Faculté de Médecine

Directeur de l'Institut Vésale.

Deuxième Edition

avec 619 figures dans le texte.



LOUVAIN

A. UYSTPRUYST-DIEUDONNÉ, LIBRAIRE-ÉDITEUR.

11, Rue de Namur, 11.

1897

Préface de la deuxième édition.

La première édition de ces leçons, tirée à 1100 exemplaires, a été épuisée en moins de deux ans et demi. Ce fait prouve, à lui seul, que notre livre, au moment où nous l'avons publié, répondait à un besoin réel de la Science neurologique. La deuxième édition que nous publions maintenant est bien plus un livre nouveau que la réédition de nos anciennes leçons. Elle a été entièrement retravaillée depuis la première page jusqu'à la dernière et si le nombre des leçons n'a été majoré que de quatre, par contre, le nombre des pages est monté, à notre grand regret, de 685 à 917 et le nombre des figures de 525 à 619.

Il nous serait impossible d'énumérer toutes les modifications que, dans l'intérêt des études anatomiques, nous avons cru devoir apporter aux leçons telles qu'elles ont été publiées il y a trois ans. Nous nous contenterons de noter les plus importantes.

1° La nomenclature anatomique a été modifiée en ce sens que nous avons adopté pleinement la nomenclature nouvelle arrêtée par la commission instituée à cet effet, par la Société anatomique (Anatomische Gesellschaft).

2° Depuis la publication de notre première édition, nos connaissances concernant la structure interne des cellules nerveuses ont fait de grands progrès, grâce à l'introduction dans la technique microscopique de l'importante méthode de Nissl. Nous avons cru devoir insister longuement sur les résultats actuellement acquis à la science par les recherches de Nissl, Lugaro, Cajal, Marinesco, etc. et par nos propres observations et sur la valeur respective qu'il faut attribuer aux deux parties constitutives du protoplasme de cellules nerveuses : la partie chromatique et la partie achromatique.

3° La nouvelle division de l'écorce cérébrale en zone des centres de projection et zone des centres d'association, proposée par Flechsig à la suite de ses recherches embryologiques, nous a paru tellement importante, jette une lumière si vive sur la valeur relative que nous devons attribuer aux différentes régions de nos hémisphères cérébraux que, sans attendre que des recherches ultérieures soient venues confirmer les conclusions de Flechsig, nous avons cru de notre devoir d'y consacrer une leçon.

4° Enfin, pour permettre à ceux de nos étudiants désireux de consulter les travaux originaux se rapportant aux diverses questions traitées dans cet ouvrage, nous avons fait suivre chacune des leçons d'une littérature indiquant les principaux travaux auxquels nous avons eu nous-même recours. Cette littérature est loin d'être complète. Elle présente, nous n'en doutons en aucune façon, de nombreuses et peut-être de graves lacunes. Nous avons cependant fait de notre mieux pour la rendre aussi complète et aussi exacte que possible.

Nous nourrissons l'espoir que cette deuxième édition recevra du public scientifique et médical le même accueil favorable que celui qu'il a bien voulu réserver à la première. En la publiant nous n'avons eu qu'un désir : contribuer pour autant que nos efforts nous le permettent à faire connaître la structure interne des centres nerveux, convaincu que cette connaissance de l'anatomie du système nerveux est indispensable à tout médecin qui veut s'occuper un jour et avec succès de pathologie nerveuse ou mentale.

Avant de finir, qu'il nous soit permis d'adresser tous nos remercîments à notre éditeur, M. Uystpruyst, pour les soins qu'il a bien voulu apporter à l'exécution typographique de ces leçons.

A. VAN GEHUCHTEN.

Louvain, 1 Octobre 1896.

Préface de la première édition

Les progrès réalisés dans nos connaissances concernant la structure interne du système nerveux central ont toujours marché de pair avec les progrès de la technique opératoire. C'est ainsi qu'au commencement de ce siècle, à l'époque où Reil fit connaître le durcissement artificiel du cerveau comme un moyen propre à faciliter les recherches anatomiques, on connaissait, il est vrai, les mille détails visibles sur la face externe de l'axe nerveux, mais on n'avait aucune idée de son organisation interne.

Les cerveaux durcis dans l'alcool ont alors été étudiés, pendant la première moitié de ce siècle, au moyen du couteau pour la dissection anatomique et au moyen de la pince pour la dissociation et la poursuite des fibres nerveuses.

La découverte importante faite par Ehrenberg en 1833, montrant le système nerveux central constitué d'un nombre incalculable de tubes capillaires, et la découverte des cellules nerveuses par v. Helmholtz, Remak, Ehrenberg et Purkinje (1838 à 1840) nécessitèrent bientôt de nouveaux procédés d'investigation.

C'est alors que Stilling inaugura la méthode des coupes en série, et, avec elle, la poursuite des différents faisceaux nerveux à travers tout le système nerveux central.

Faites au rasoir et à main levée, sur des pièces uniquement durcies dans l'alcool, ces coupes furent examinées comme telles dans un peu de glycérine.

Ce procédé, tout primitif qu'il puisse paraître de nos jours, n'a pas empêché Stilling de jeter les bases de l'anatomie de la moelle épinière, de la moelle allongée, de la protubérance annulaire et du cervelet telle qu'on la trouve dans tous les traités

classiques modernes. C'est ce même procédé, combiné avec la méthode des dissociations au moyen de la pince, que MEYNERT a employé dans ses recherches très étendues sur la structure des différentes parties de l'axe cérébro-spinal. STILLING et MEYNERT ont fait, à eux deux, avec la méthode des dissociations à la pince, plus de découvertes dans l'anatomie du système nerveux que tous les savants qui les ont précédés.

La méthode inaugurée par STILLING est encore la seule employée de nos jours ; c'est à elle que l'on doit, en toute première ligne, toutes les découvertes importantes faites depuis un demi-siècle.

Elle a cependant subi, entre les mains des successeurs de STILLING, des améliorations notables. L'alcool fut bientôt remplacé par l'acide chromique dilué et par des solutions étendues de bichromate de potassium amenant un durcissement plus régulier et donnant aux pièces une consistance plus ferme. La découverte du microtome facilita considérablement la confection de coupes fines et régulières, tout en fournissant des séries plus complètes. En 1858, GERLACH fit connaître les avantages de la coloration des coupes au moyen du carmin ; puis vinrent les couleurs d'aniline et, en particulier, la nigrosine. En 1884 enfin, WEIGERT publia sa méthode remarquable permettant de colorer par l'hématoxyline la gaine de myéline des fibres nerveuses à l'exclusion de tous les autres éléments du tissu nerveux.

Pour résoudre, avec ces différents moyens d'investigation, le difficile problème du trajet des routes nerveuses, les auteurs se sont adressés tour à tour à l'étude du système nerveux normal (STILLING, MEYNERT, etc.) ; à l'étude des dégénérescences secondaires, soit pathologiques (TÜRCK, BOUCHARD, CHARCOT et ses élèves, FLECHSIG, v. MONAKOW, etc.), soit expérimentales (SINGER, SINGER et MÜNZER, v. MONAKOW, SCHIEFFERDECKER, MARCHI, etc.) ; à celle des altérations survenues dans l'axe cérébro-spinal consécutives à des atrophies périphériques congénitales, accidentelles ou expérimentales (méthode de GUDDEN) ; enfin à la fameuse méthode de FLECHSIG consistant à poursuivre les différents faisceaux nerveux à des époques variables du développement embryologique, grâce à ce fait constaté par FLECHSIG lui-même, que les fibres des différents faisceaux prennent, à des époques différentes, leur gaine de myéline.

Toutes ces recherches nous ont donné, sur la structure interne de l'axe nerveux, des idées générales assez bonnes, mais hypothétiques dans leurs points essentiels.

Ce sont ces idées sur le trajet des routes nerveuses et sur les connexions probables des fibres qui les constituent que l'on trouve développées dans tous les traités classiques.

L'anatomie du système nerveux ne consiste cependant pas uniquement dans une description pure et simple des différents faisceaux de fibres nerveuses qui servent à l'édifier. Ce qu'il importe avant tout de connaître, pour se faire une idée de son organisation interne, c'est l'endroit précis où chacune de ces fibres nerveuses trouve son origine ; c'est encore l'endroit où toutes ces fibres nerveuses se terminent ; ce sont surtout les multiples connexions qui s'établissent par ces fibres nerveuses, soit dans l'axe cérébro-spinal lui-même, soit en dehors de cet axe dans les organes périphériques ; c'est enfin le mode particulier suivant lequel s'exécutent toutes ces connexions centrales et périphériques.

La découverte, faite par Wagner en 1851, établissant que, parmi les prolongements multiples d'une cellule nerveuse, un seul était en relation directe avec une fibre nerveuse, découverte confirmée et généralisée par Deiters en 1864, a fait faire le prémier pas à la science dans cette voie nouvelle.

Cette découverte de Wagner et de Deiters s'appliquait seulement aux cellules nerveuses de la corne antérieure de la moelle épinière, dont un prolongment se continue, en réalité, avec le cylindre-axe d'une fibre motrice des racines antérieures. Une disposition semblable ne fut que soupçonnée par Deiters pour les cellules nerveuses de la corne postérieure et pour leurs connexions avec les fibres des racines sensitives. Pour expliquer, avec une pareille structure de la moelle, les connexions morphologiques entre les cellules de la corne antérieure et celles de la corne postérieure, les auteurs admettaient l'existence d'anastomoses entre les prolongements protoplasmatiques des cellules sensitives et des cellules motrices.

Vint alors, en 1871, la découverte importante de Gerlach, établissant que les fibres des racines postérieures ne réprésentent pas les prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses de la corne postérieure, mais démontrant que ces fibres, dès leur

entrée dans la corne postérieure, se divisent et se subdivisent pour se perdre dans la substance grise.

Cette découverte de Gerlach remettait en question l'important problème des connexions centrales reliant les fibres sensitives aux cellules motrices.

Mais les procédés d'investigation dont on disposait à cette époque étaient insuffisants pour résoudre toutes les données du problème. En l'absence d'observations positives, on a eu recours à des hypothèses : telle l'existence d'un réseau nerveux continu dans la substance grise de tout l'axe cérébro-spinal mettant en connexion directe les unes avec les autres les cellules nerveuses de tout le système nerveux central. Ce réseau nerveux de Gerlach aplanissait, en apparence au moins, toutes les difficultés. Il fut admis sans conteste par presque tous les physiologistes et a régné, comme un fait établi, dans la science pendant une quinzaine d'années.

Il est bien vrai qu'à partir de 1886, His, professeur à l'Université de Leipzig, se basant sur de nombreuses et patientes recherches embryologiques, s'efforça de battre en brêche l'existence d'un réseau nerveux ; la doctrine était trop fortement assise pour s'ébranler au premier coup.

Des observations et des considérations anatomo-pathologiques conduisirent Forel, en 1887, à la même conclusion.

Pour donner une nouvelle impulsion à nos connaissances anatomiques dans le domaine du système nerveux, il fallait de nouvelles méthodes d'investigation. Elles ont été fournies presque en même temps par Golgi et par Ehrlich.

Golgi, professeur à Pavie, avait fait connaître, dès 1873 déjà, une méthode toute spéciale permettant de mettre en évidence, avec la plus grande netteté, les cellules nerveuses avec tous leurs prolongements. Cette méthode consiste à traiter successivement les parties quelconques du système nerveux central par du bichromate de potassium ou du sublimé corrosif et une solution de nitrate d'argent. Le chromate d'argent ou le chlorure d'argent se précipite, et les éléments constitutifs du tissu nerveux, jouissant de la propriété de fixer ces sels d'argent, apparaissent colorés en noir.

Cette méthode est restée pour ainsi dire dans l'oubli pendant une quinzaine d'années. Sa véritable valeur n'a été mise en

lumière qu'à partir de 1888, époque à laquelle un savant espagnol du plus grand mérite, RAMON Y CAJAL appliqua la méthode de GOLGI à l'étude du système nerveux embryonnaire et montra, par de nombreuses découvertes, tout le profit qu'on pouvait en tirer pour la science. Elle a été employée dans la suite, avec un égal succès, pour l'étude des différentes parties du système nerveux, aussi bien chez les animaux inférieurs que dans les différents groupes de vertébrés et chez l'homme, par KÖLLIKER, nous-même, PEDRO RAMON, V. LENHOSSEK, RETZIUS, L. SALA, CL. SALA, EDINGER et un grand nombre d'autres auteurs.

La méthode au bleu de méthylène date de 1886. C'est à cette époque que EHRLICH a découvert ce fait important, que l'injection intra-veineuse d'une solution de bleu de méthylène, chez un animal vivant, détermine la coloration exclusive des éléments nerveux, dès que les tissus ainsi injectés arrivent au contact de l'air. La même coloration s'obtient, lorsqu'on laisse des tissus enlevés à un animal fraîchement tué s'imbiber quelque temps dans la même solution.

Cette méthode de EHRLICH, appliquée par BIEDERMANN et RETZIUS chez les animaux inférieurs, par EHRLICH, ARNSTEIN, DOGIEL et beaucoup d'autres à l'étude de la structure interne de parties nerveuses chez les animaux supérieurs, a confirmé dans ses points essentiels les résultats fournis par la méthode de GOLGI.

Ces deux méthodes, appliquées avec un rare bonheur en Espagne, en Allemagne, en Italie, en Suède et en Belgique, ont révélé, coup sur coup, une quantité innombrable de faits nouveaux et ont amené ainsi une véritable révolution dans nos connaissances sur la structure interne du système nerveux central.

Elle serait trop longue à dresser la liste des découvertes dont la science est redevable à ces deux méthodes. En voici quelques-unes prises au hasard :

Il n'existe pas de réseau nerveux.

Il n'existe pas de fibre nerveuse indépendante d'une cellule nerveuse, mais toute fibre, quelle qu'elle soit, doit être considérée comme le prolongement cylindraxile d'une cellule nerveuse.

Une cellule nerveuse avec tous ses prolongements constitue un élément nerveux indépendant, une unité nerveuse, un neurone.

Tous les éléments nerveux sont indépendants les uns des autres.

La transmission des ébranlements nerveux d'un neurone à un autre neurone ne se fait pas par continuité, mais par contiguïté ou contact.

Tout le système nerveux cérébro-spinal et sympathique est formé d'éléments nerveux superposés.

La transmission de l'ébranlement nerveux, dans un neurone donné, se fait toujours d'après une direction déterminée : elle va des prolongements protoplasmatiques au corps cellulaire, du corps cellulaire au prolongement cylindraxile et, par celui-ci, aux prolongements protoplasmatiques d'un autre élément nerveux.

En présence de ces faits nouveaux d'une importance capitale, de nouvelles idées se sont fait jour sur la structure interne du système nerveux central, et les auteurs se convainquent de plus en plus que l'anatomie du système nerveux ne consiste pas uniquement dans la description plus ou moins exacte des différents faisceaux de fibres nerveuses qui entrent dans sa constitution et dans la recherche de leur trajet souvent assez complexe. Ce n'est là que le premier pas. Ce n'est là qu'un travail préparatoire à l'exécution duquel ont largement contribué et la méthode de coloration des fibres nerveuses de Weigert, et l'étude des dégénérescences secondaires d'après la méthode de Gudden et la méthode embryologique de Flechsig.

Si nous voulons voir clair dans la structure interne du système nerveux, si nous voulons saisir la valeur morphologique et physiologique des différents faisceaux qui constituent ce système, nous devons reprendre, avec les méthodes nouvelles, tous les faisceaux qui ont été décrits et nous demander pour chacun d'entre eux : Où les fibres nerveuses qui constituent ce faisceau ont-elles leurs cellules d'origine? Où ces fibres nerveuses vont-elles se terminer ? Avec quels éléments ces cellules nerveuses arrivent-elles en contact ? A quels éléments les prolongements cylindraxiles de ces cellules nerveuses vont-ils transmettre l'ébranlement nerveux ?

C'est là sans aucun doute un travail long et laborieux.

Les résultats brillants obtenus dans un espace de cinq années par la méthode au chromate d'argent de Golgi et par la méthode de Ehrlich prouvent amplement que ce travail n'est pas au-dessus des forces humaines.

« La science ne consiste pas seulement dans une accumulation de faits isolés, écrivait le vieux BURDACH en 1819 (1). Il faut que de temps en temps on réunisse tous les faits nouveaux en un corps de doctrine. C'est seulement quand d'un seul coup d'œil on peut embrasser tout l'édifice que l'on s'aperçoit plus facilement et des lacunes qu'il présente et de la direction qu'il faut imprimer aux recherches futures. »

Ce sont ces paroles qui nous ont encouragé dans l'idée de réunir en un vaste ensemble les nombreux faits dont la science s'est enrichie pendant ces cinq dernières années. Nous aurions voulu retarder cette publication de quelques années encore ; nous aurions pu acquérir d'ici là un peu plus d'expérience personnelle, en même temps que les faits nouveaux que l'on découvre tous les jours seraient venus combler bien des lacunes. Mais nous avons dû nous incliner devant la nécessité, dans laquelle nous nous trouvons, de dispenser les nombreux étudiants, qui suivent chaque année nos leçons, de la lourde et fatiguante besogne de recueillir par écrit toutes nos paroles, plus préoccupés en somme d'annoter jusque dans leurs moindres détails toutes nos descriptions que de suivre pas à pas les idées que nous développons devant eux.

Nous n'avions pas même la ressource de les renvoyer à tel ou tel des nombreux traités d'anatomie parus dans ces dernières années, puisque les nouvelles idées sur la structure des centres nerveux semblent ne pas encore avoir reçu droit de cité. C'est ainsi que TESTUT, dans son excellent traité d'anatomie humaine paru en 1891, donne une description très détaillée et très précise des différentes parties de l'axe cérébro-spinal, mais semble ignorer complètement les travaux parus depuis 1888. C'est ainsi encore que OBERSTEINER, dans la deuxième édition de son livre « *Anleitung beim Studium des Baues der Nervösen Centralorgane im gesunden und kranken Zustande.* » Leipzig, 1892, dont une traduction française vient de paraître il y a à peine quelques mois, ne fait nulle part mention des idées nouvelles.

Nous avons, il est vrai, recommandé chaudement à nos élèves la troisième édition du livre du Dr EDINGER « *Zwölf Vor-*

---

(1) Cité d'après EDINGER : *Zwölf Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane*. Leipzig, 1892, p. 9.

lesungen über den Bau der nervösen Centralorgane », Leipzig, 1892, qui a accueilli avec enthousiasme les résultats des travaux de ces dernières années. Mais la plupart de nos étudiants ignorent la langue allemande, et, de plus, le livre du Dr EDINGER, étant écrit pour des médecins, suppose connus une foule de détails dont nos étudiants avaient le plus grand besoin.

Nous nous sommes donc décidé à publier nos leçons sur l'anatomie du système nerveux telles que nous les avons faites devant nos élèves pendant le trimestre d'été de l'année 1893. Nous les avons quelque peu modifiées au cours de leur publication, parce que nous avons voulu utiliser le récent travail de H. HELD sur le trajet de la voie acoustique centrale, et que nous y avons ajouté des considérations nouvelles sur le trajet probable de la voie sensitive centrale en connexion avec les nerfs périphériques de la moelle épinière et du tronc cérébral.

Nous avons voulu faire cette publication sous forme de « Leçons », parce que, étant destinée directement à l'enseignement, elle nous permettait de passer sous silence une foule de détails momentanément encore dépourvus d'importance pratique, et dont l'énumération fastidieuse ne peut qu'embrouiller le débutant. Ces détails ne trouvent leur place utile que dans de véritables « Traités » destinés à énumérer la somme totale des connaissances acquises sans tenir compte de leur importance relative.

Un autre motif qui nous a engagé à conserver à cette publication le caractère de « Leçons », c'est que ce genre de publication donne à l'auteur une plus grande liberté; il tolère les redites, il permet que de temps en temps on retourne quelques pas en arrière, on jette un coup d'œil sur les leçons qui ont précédé pour mieux faire ressortir tel ou tel détail, telle ou telle structure, laquelle peut avoir une importance plus grande que les autres pour des étudiants qui se préparent à la carrière médicale. Rien de mieux d'ailleurs, pour faire entrer une vérité dans l'esprit de ses auditeurs, que de la leur présenter à des époques différentes et sous des aspects quelque peu variés.

Nous avons suivi, dans ces leçons, le même ordre que le Dr OBERSTEINER dans son livre. Nous avons d'abord consacré les sept premières leçons à l'étude de ce qu'on peut appeler « *la grosse anatomie de l'axe cérébro-spinal* ». Nous y avons décrit les différentes parties constitutives de l'axe nerveux, ainsi que tous les détails macroscopiques visibles soit sur la face externe de la

moelle épinière, de l'arrière cerveau, du cerveau postérieur et du cerveau moyen, soit sur la face externe et sur des coupes macroscopiques du cerveau intermédiaire et du cerveau antérieur.

Cette description macroscopique est suivie d'une leçon consacrée à l'étude des *méninges*.

Nous abordons alors l'étude de la *structure interne du système nerveux central*. Ici nous devons faire appel aux *connaissances histologiques* acquises antérieurement. Ces connaissances sont de la plus haute importance si l'on veut s'orienter quelque peu dans les leçons ultérieures. Pour raviver tous les souvenirs, nous les avons passées rapidement en revue dans les leçons 9 et 10.

Ainsi orienté quelque peu sur les différentes parties constitutives de l'axe cérébro-spinal et sur les éléments histologiques qui servent à les édifier, nous reprenons chacune de ces parties pour son compte et nous y étudions successivement :

1° La structure interne, au moyen d'une série de coupes transversales.

2e La circulation artérielle et veineuse, en insistant d'une façon toute spéciale sur l'origine et le mode de distribution des *artères nourricières*.

3° Les nerfs périphériques qui dépendent de chaque partie de l'axe nerveux.

Cette longue étude forme l'objet des leçons 11 à 31.

Dans cette étude, nous avons dû signaler bien des détails qui à plusieurs paraîtront peut-être superflus. Pour séparer le principal de l'accessoire, les faits essentiels des détails secondaires, nous avons repris, dans les leçons 32 à 37 une *vue générale de la structure de l'axe cérébro-spinal*. Nous avons divisé les faisceaux de fibres nerveuses qui constituent l'axe nerveux en *voies longues* et en *voies courtes*. Les voies longues comprennent la *voie motrice*, la *voie sensitive*, les fibres des *pédoncules cérébelleux inférieurs*, les fibres des *pédoncules cérébelleux supérieurs* et celles des *faisceaux cortico-protubérantiels*. Les voies courtes correspondent aux fibres du *faisceau fondamental* des trois paires de cordons de la moelle épinière et à celles du *faisceau longitudinal postérieur*.

Tous ces faisceaux de fibres nerveuses ont été étudiés, chacun pour son compte, depuis son origine jusqu'à sa terminaison. Nous avons insisté principalement sur le trajet des fibres

sensitives dont la connaissance exacte est d'une importance capitale en pathologie nerveuse. Nous terminons cet aperçu général de la structure de l'axe nerveux par quelques considérations sur les *voies réflexes*.

Ces six leçons forment, en quelque sorte, la quintessence de tout ce que les étudiants en médecine et les médecins doivent savoir de la structure des *centres nerveux*. Aussi ne saurions-nous trop engager tous ceux qui lisent ces leçons, non pas de les parcourir les unes après les autres, telles que nous les avons publiées, mais de recourir de temps en temps à ces leçons finales ; de les lire, par exemple, après avoir terminé l'étude de la grosse anatomie de l'axe cérébro-spinal ; de les relire encore après chaque série de leçons consacrées à une partie quelconque de l'axe nerveux. De la sorte, ils retireront de cette lecture tout le profit désirable.

Ce livre se termine par une leçon très sommaire consacrée à l'étude du *système nerveux sympathique.*

Le livre que nous publions aujourd'hui est loin d'être parfait. Nous en avons la conviction profonde. Nous avons fait de notre mieux pour le rendre le moins imparfait possible.

Nous l'avons illustré d'un nombre considérable de figures, convaincu que, dans un domaine aussi complexe que celui de la structure interne du système nerveux, il vaut mieux reproduire dix figures de trop qu'une figure de trop peu. Ces figures correspondent d'ailleurs aux dessins que, pendant nos leçons, nous avons l'habitude de faire à la planche. Elles ont été dessinées, sous nos yeux et d'après nature, par M. Ferd. Giele, graveur et dessinateur à Louvain. Toutes les pièces anatomiques qui ont servi à la confection de ces dessins ont été préparées par nous dans ce but spécial. M. Giele a apporté à l'exécution de ces figures un véritable talent et une scrupuleuse exactitude. Les dessins, faits à l'encre de Chine, ont été reproduits à la zincogravure par la maison Malvaux de Bruxelles.

Avant de finir cette introduction, nous tenons encore à remercier notre ami, M. L. Gedoelst, qui a bien voulu se charger avec nous de la correction des épreuves.

A. VAN GEHUCHTEN.

Louvain, 1 Octobre 1893.

TABLE DES MATIÈRES

Système nerveux cérébro-spinal.

La grosse anatomie de l'axe cérébro-spinal.

Première leçon.

Deuxième leçon.

Troisième leçon.

Quatrième leçon.

Cinquième leçon.

Sixième leçon.

Septième leçon.

Huitième leçon.

La structure interne de l'axe cérébro-spinal.

I. Considérations générales sur les éléments nerveux.

Neuvième leçon.

Dixième leçon.

Onzième leçon.

VII. Le diencéphale.

Vingt-neuvième leçon.

VIII. Le télencéphale.

Trentième leçon.

Trente-unième leçon.

Trente-deuxième leçon.

Trente-neuvième leçon.

Quarantième leçon.

Quarante-unième leçon.

Système nerveux sympathique.

Quarante-deuxième leçon.

Errata

PAGE	AU LIEU DE :	LIRE :
70	*éminence vasculaire (eminentia vascularis).*	*éminence sacculaire (eminentia saccularis).*
87	*potion orbitaire*	*portion orbitaire*
149	*cavité sous-arachnoïdienne* ou *cavité subdurale*	*cavité sus-arachnoïdienne* ou *cavité subdurale*
343	FIG. **237**	FIG. **241**.
394	FIG. **284**	FIG. **280**.
472	FIG. **340**	FIG. **333**.
686	vie végétative	vie animale.
691	toutes entières	tout entières.
698	qui seuls doivent être considérés des mouvements volontaires	comme des mouvements volontaires
840	FIG. **585**	FIG. **586**.

SYSTÈME NERVEUX DE L'HOMME

PREMIÈRE LEÇON

Système nerveux cérébro-spinal et système nerveux sympathique. Division de l'axe cérébro-spinal basée sur les connaissances embryologiques.

Le système nerveux de l'homme est double ; il comprend le *système nerveux cérébro-spinal* et le *système nerveux sympathique.*

Le *système nerveux cérébro-spinal*, appelé encore *système nerveux de la vie animale*, se compose d'une partie centrale : l'*axe cérébro-spinal*, et d'une partie périphérique : les *nerfs cérébro-spinaux.*

L'*axe cérébro-spinal* ou *système nerveux central (systema nervorum centrale)* occupe la cavité encéphalo-rachidienne, FIG. 1. Il se divise en une partie supérieure volumineuse, l'*encéphale (encephalon)*, renfermée dans la boîte cranienne qu'elle remplit presque complètement, et une partie inférieure, la *moelle épinière (medulla spinalis)*, longue et cylindrique en continuation directe avec l'encéphale ; elle occupe le canal vertébral depuis le trou occipital jusque dans la région lombaire.

Les *nerfs périphériques (système nerveux périphérique, systema nervorum periphericum)* proviennent de la partie centrale et se distribuent symétriquement aux deux moitiés du corps, mettant l'axe cérébro-spinal en relation directe avec tous les organes et avec tous les tissus de l'organisme, FIG. 2.

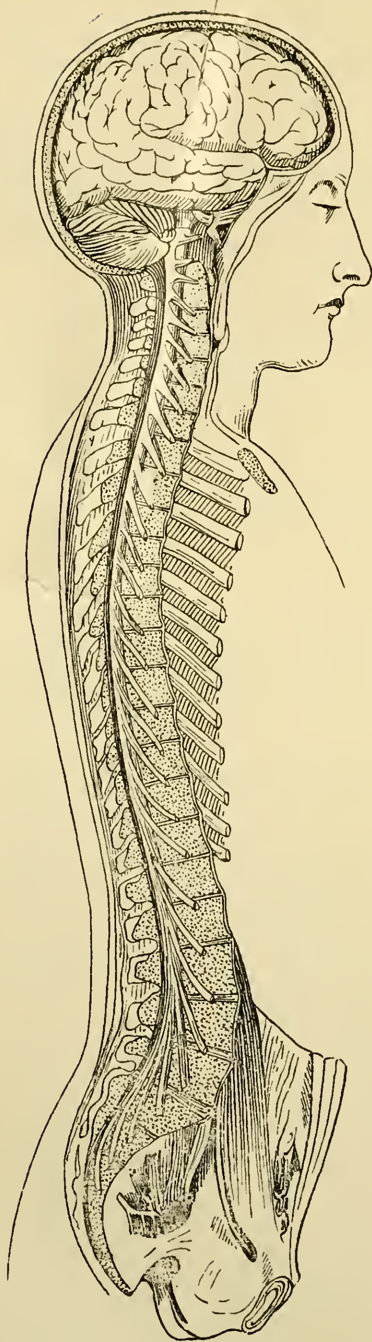


Fig. 1.
Vue générale du système nerveux cérébro-spinal, d'après Bourgery (Schwalbe).
Gr. nat. 1/5.

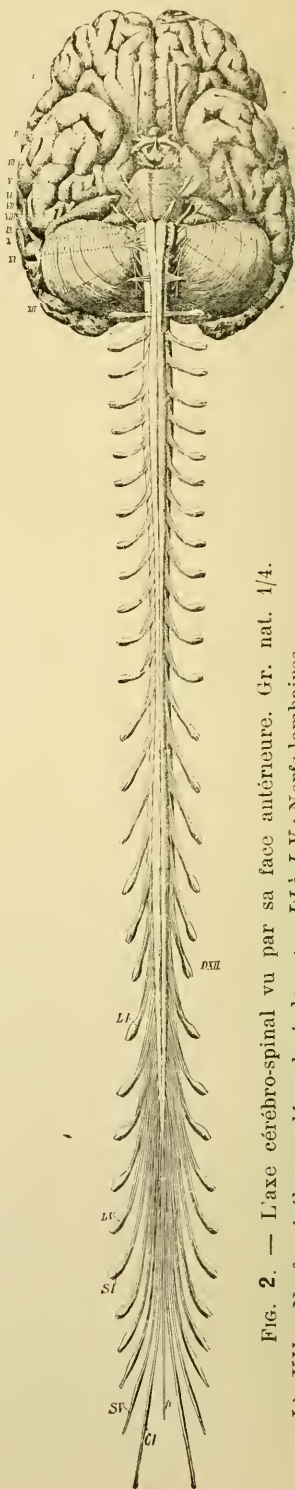


Fig. 2. — L'axe cérébro-spinal vu par sa face antérieure. Gr. nat. 1/4.

I à *XII* : Nerfs cérébraux dépendant de l'encéphale.	*LI* à *LV* : Nerfs lombaires.
Les nerfs spinaux naissent symétriquement des deux côtés de la moelle.	*SI* à *SV* : Nerfs sacrés. C n- ccygien.
CI à *DXII* : Nerfs cervicaux et nerfs dorsaux	rminal.

Fig. 3.

La chaîne sympathique droite et ses connexions avec les plexus des cavités thoracique, abdominale et pelvienne.

(Figure schématique d'après Schwalbe.)

Suivant que les nerfs périphériques naissent de l'encéphale ou de la moelle épinière, on les appelle *nerfs cérébraux* ou *nerfs spinaux*. Les nerfs cérébraux *(nervi cerebrales)* sortent de la boîte cranienne en passant par les orifices de la base du crâne; on les désigne aussi sous le nom de *nerfs craniens*. Les nerfs spinaux *(nervi spinales)* quittent la cavité rachidienne en passant par les trous de conjugaison qui existent, entre les vertèbres, sur les faces latérales du rachis. Ils portent aussi le nom de *nerfs rachidiens*.

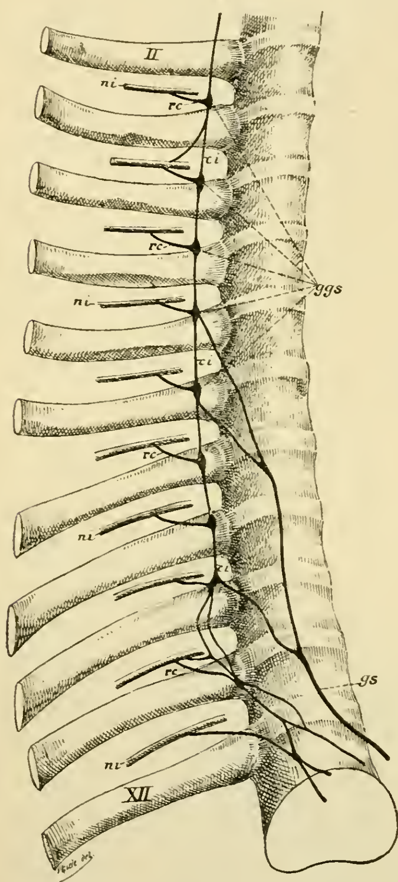


Fig. 4. — Portion thoracique de la chaîne ganglionnaire du sympathique. Gr. nat. 1/2.
ggs : Ganglions thoraciques.
ci : Cordons intermédiaires.
ni : Nerfs intercostaux.
rc : Rameaux communicants.
gs : Nerf grand splanchnique.
II : Deuxième côte.
XII : Douzième côte.

Tous les nerfs spinaux et un grand nombre de nerfs cérébraux présentent sur leur trajet, dans le voisinage plus ou moins immédiat de l'axe cérébro-spinal, un renflement en forme de nœud. Ce renflement, formé essentiellement de cellules nerveuses, porte le nom de *ganglion*. Il existe donc des ganglions spinaux et des ganglions cérébraux.

L'axe cérébro-spinal et les nerfs périphériques cérébro-spinaux, avec les ganglions qui en dépendent, forment les deux parties constitutives du système nerveux cérébro-spinal.

Le *système nerveux sympathique*, appelé aussi *système nerveux de la vie végétative* ou *système nerveux splanchnique (systema nervorum sympathicum)*, comprend, comme le système nerveux cérébro-spinal, une partie centrale et une partie périphérique, fig. 3 et 4. La partie centrale est formée par une série de ganglions, *ggs*, situés de chaque côté de la colonne vertébrale depuis la base du crâne jusqu'à l'extrémité inférieure de la région sacrée. Ces ganglions sont reliés les uns aux autres par des faisceaux de fibres nerveuses que l'on désigne sous le nom de *cordons intermédiaires*, *ci*. Il

se forme ainsi, de chaque côté, une chaîne continue appelée *chaîne sympathique* ou *chaîne ganglionnaire (truncus nervi sympathici)*. De cette chaîne sympathique ou ganglionnaire partent les nerfs périphériques qui vont se rendre soit dans les viscères *(nerfs viscéraux)*, soit dans la paroi des vaisseaux *(nerfs vasculaires)*.

Les organes innervés par le système nerveux sympathique sont, sous plusieurs rapports, indépendants du système nerveux cérébro-spinal. La destruction complète de tout l'axe cérébro-spinal, chez une grenouille par exemple, suspend sur le champ les fonctions des organes innervés par les nerfs cérébro-spinaux, mais n'entraîne nullement la suspension des fonctions pour les organes innervés par le sympathique. Les contractions rythmiques du cœur, les mouvements péristaltiques de l'intestin, les contractions et les dilatations des vaisseaux périphériques, etc., peuvent être modifiés, mais ne sont nullement suspendus par la destruction complète de l'axe cérébro-spinal. Cette indépendance des organes innervés par les fibres du sympathique vis-à-vis du système cérébro-spinal n'est cependant pas absolue. Aucun organe n'échappe complètement à l'influence du système nerveux cérébro-spinal. Pour les organes innervés par le sympathique, cette dépendance est rendue possible par les nombreuses anastomoses qui existent entre les deux systèmes. Chaque ganglion de la chaîne sympathique est, en effet, en relation avec un ou plusieurs nerfs spinaux par des faisceaux de fibres nerveuses portant le nom de *rameaux communicants, rc*, et qui partent des nerfs spinaux peu après leur sortie des trous intervertébraux.

Le système nerveux sympathique se trouve ainsi relié au système nerveux cérébro-spinal.

SYSTÈME NERVEUX CÉRÉBRO-SPINAL

Le système nerveux cérébro-spinal comprend donc l'axe cérébro-spinal et les nerfs périphériques cérébro-spinaux avec les ganglions qui en dépendent. Nous avons vu que l'axe cérébro-spinal lui-même est formé de deux parties : l'encéphale et la moelle épinière.

Pour la facilité de la description, l'encéphale a été divisé de tout temps en plusieurs parties plus ou moins distinctes appelées *cerveau*, *cervelet*, *protubérance annulaire* et *moelle allongée*, FIG. 5 et 6.

Le *cerveau (cerebrum)* forme la partie la plus volumineuse de l'encéphale occupant à lui seul presque toute la cavité cranienne. Il est divisé incomplètement en deux moitiés plus ou moins symétriques appelées *hémisphères cérébraux* par une scissure médiane ou *scissure interhémisphérique*. La surface de ces hémisphères est parcourue par un grand nombre de *sillons* plus ou moins profonds qui délimitent les *circonvolutions*.

Le *cervelet (cerebellum)* est placé sous la partie postérieure du cerveau. Beaucoup plus petit que ce dernier, il n'occupe dans la boîte cranienne que les fosses occipitales inférieures. Il se trouve divisé, surtout à sa face inférieure, par un sillon médian, en deux moitiés formant les *hémisphères cérébelleux* et est parcouru, sur toute sa surface, par un grand nombre de sillons très serrés et peu profonds qui lui donnent un aspect lamelleux.

La *protubérance annulaire* ou *pont de Varole (pons Varolii)* est située au-devant du cervelet. Elle repose sur la partie supérieure de la gouttière basilaire de la base du crâne et se présente sous la forme d'une bande transversale large et épaisse, reliant l'un à l'autre les deux hémisphères du cervelet.

Une section horizontale passant au-dessus de la protubérance annulaire et du cervelet forme la limite inférieure de ce qu'on est convenu d'appeler *cerveau (cerebrum)*.

La *moelle allongée*, appelée encore *bulbe rachidien (medulla oblongata* ou *myelencephalon)* est placée en dessous de la protubérance annulaire.

Elle a une forme de cône dont la base touche la protubérance et dont le sommet se continue sans ligne de démarcation avec la moelle épinière. Elle repose sur la partie inférieure de la gouttière basilaire.

Toutes les parties comprises entre le cerveau, le cervelet et la moelle allongée sont encore désignées quelquefois sous le nom de *isthme de l'encéphale*.

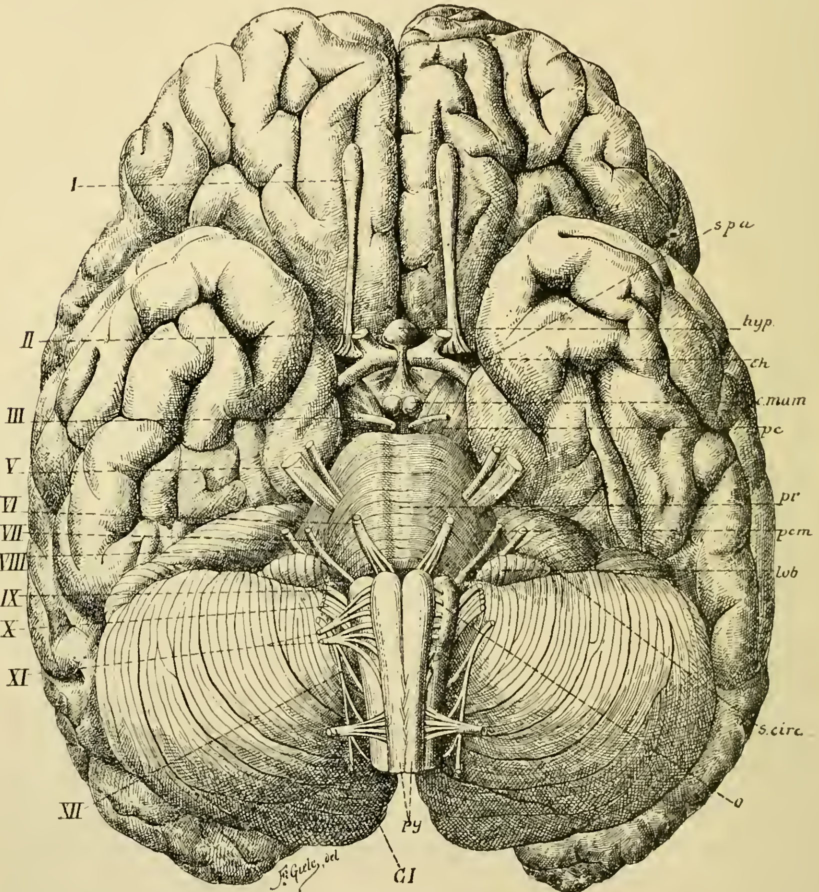


Fig. 5.

Face inférieure de l'encéphale. Gr. nat. 2/3.

spa : Substance perforée antérieure.
hyp : Hypophyse.
ch. : Chiasma des nerfs optiques.
c.mam. : Corps mamillaires.
pc. : Pédoncule cérébral.
pr. : Protubérance annulaire.
pcm. : Pédoncule cérébelleux moyen.
lob. : Lobule du pneumo-gastrique.
s. circ. : Sillon circonférenciel.
o. : Olive.
py. : Pyramides.
I à *XII* : Origine apparente des douze paires de nerfs craniens.
CI : Racine antérieure du premier nerf cervical.

Cette division de l'encéphale n'est pas très rigoureuse. On admet généralement aujourd'hui, comme répondant mieux à nos connaissances actuelles, une division basée sur des considérations embryologiques.

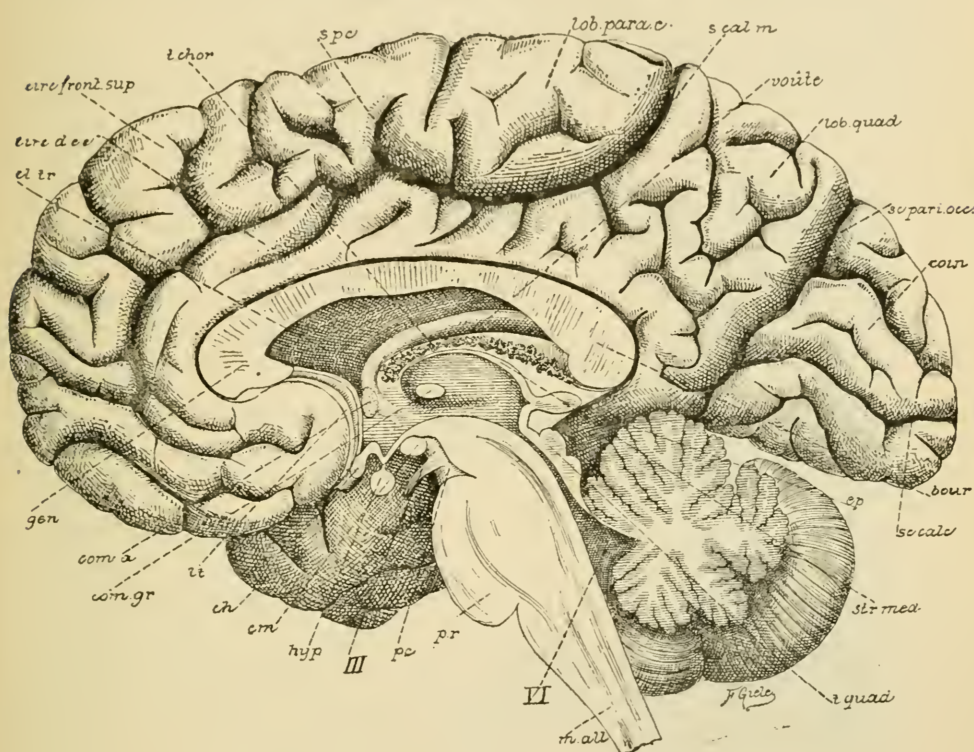


Fig. 6.

Vue d'une section médiane de l'encéphale montrant les diverses parties qui le constituent : cerveau, cervelet, protubérance annulaire, *pr*, et moelle allongée, *m. all.*

Gr. nat. 2/3.

cl. tr.	Cloison transparente.	*VI*	Quatrième ventricule.
circ. d. cc.	Circonvolution du corps cal-	*pc.*	Pédoncule cérébral.
t. chor.	Toile choroïdienne. [leux.	*III.*	Nerf oculo-moteur commun.
s. pc.	Sillon paracentral.	*hyp.*	Hypophyse.
s. cal. m.	Sillon calloso-marginal.	*cm.*	Corps mamillaires.
sc. pari. occ.	Scissure pariéto-occipitale.	*ch.*	Chiasma des nerfs optiques.
sc. calc.	Scissure calcarine.	*lt.*	Lame terminale.
ép.	Épiphyse ou corps pinéal.	*com. gr.*	Commissure grise.
str. méd.	Strie médullaire.	*com. a.*	Commissure antérieure.
t. quad.	Tubercules quadrijumeaux	*gen.*	Genou du corps calleux.

Le système nerveux cérébro-spinal provient de l'ectoderme. De tous les systèmes de l'organisme, c'est celui dont l'apparition est le plus précoce. Il apparaît, dès les premiers jours du développement embryolo-

gique, sous la forme d'une bandelette épaissie de l'ectoderme : la *plaque médullaire* ou le *sillon neural*. Ce sillon ne tarde pas à se transformer, d'abord en *gouttière médullaire* ou *gouttière neurale* par le relèvement de ses deux bords et, plus tard, en *canal médullaire* ou *canal neural* par la rencontre et la fusion intime des deux bords de la gouttière appelés aussi *bourrelets médullaires*. Le canal neural se trouve ainsi séparé de l'ectoderme dont il provient. Cette transformation de la gouttière neurale en canal neural ne se fait pas en une fois sur toute la longueur de l'embryon ; elle est progressive d'avant en arrière, ou, plutôt, elle s'effectue d'abord au niveau de la partie de l'axe neural qui se transformera plus tard en *cerveau moyen* et en *cerveau postérieur*. De cette région moyenne, elle se propage vers l'extrémité céphalique et vers l'extrémité caudale de l'embryon de telle sorte, cependant, que la gouttière neurale est déjà entièrement fermée au niveau de sa portion encéphalique alors qu'elle est encore largement ouverte sur toute la longueur de sa portion médullaire.

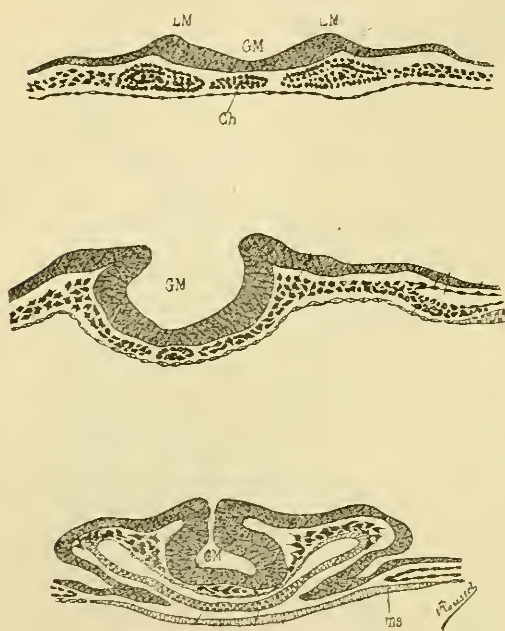


Fig. 7.

Trois coupes transversales d'un embryon de poulet de 23 heures (d'après Mathias Duval).

GM: Gouttière médullaire.
LM: Lames ou bourrelets médullaires.
Ch: Chorde dorsale.
PV: Protovertèbres.
Ms: Mésoderme.

Il résulte de cette transformation progressive de la gouttière neurale en canal neural qu'en parcourant, d'arrière en avant, une série complète de coupes transversales d'un embryon de poulet de la 20e à la 25e heure d'incubation, on verra tous les stades par lesquels passera, à n'importe quel point de l'axe nerveux, le sillon neural lors de sa transformation en canal neural, fig. 7.

Ce canal neural primitif subit, dans la suite, des modifications considérables d'où vont sortir toutes les parties de l'axe cérébro-spinal de l'adulte. Ces modifications intéressent surtout les parois du canal primitif.

A l'époque où le canal neural est encore ouvert dans sa partie postérieure ou médullaire, on voit se former, au niveau de son extrémité antérieure ou céphalique, trois dilatations appelées *vésicules cérébrales primitives*. On les désigne sous les noms de *vésicule cérébrale antérieure*, *vésicule cérébrale moyenne* et *vésicule cérébrale postérieure*. Ces vésicules communiquent largement entre elles et communiquent en arrière avec la partie non fermée de la gouttière neurale. La cavité de ces vésicules n'est d'ailleurs que la partie antérieure élargie du canal central primitif, FIG. 8.

Le système nerveux central se trouve à cette époque divisé en deux parties : les vésicules cérébrales qui vont donner naissance à toutes les parties de l'encéphale et la partie non fermée du canal neural d'où va sortir la moelle épinière. Les cavités des vésicules cérébrales deviendront les ventricules de l'encéphale ; ceux-ci communiqueront donc entre eux et communiqueront aussi avec le canal central de la moelle épinière.

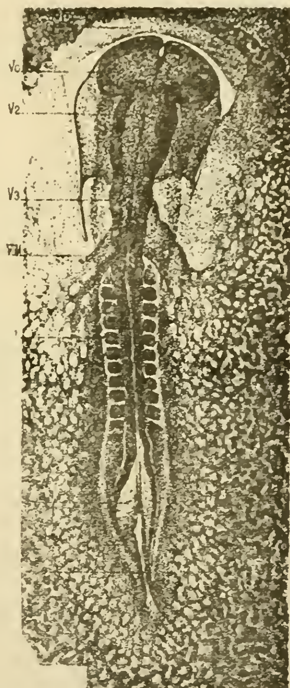


FIG. 8.

Embryon de poulet de 29 heures montrant les trois vésicules cébrales primitives (d'après MATHIAS DUVAL).

V_0 : Vésicule cérébrale antérieure.
V_2 : Vésicule cérébrale moyenne.
V_3 : Vésicule cérébrale postérieure.

Dans le cours du développement, la vésicule cérébrale antérieure et la vésicule cérébrale postérieure se différencient encore et se divisent chacune en deux vésicules, ce qui porte leur nombre à cinq, FIG. 9. Ces cinq *vésicules cérébrales secondaires* donneront alors naissance, en se transformant, à ce qu'on a appelé jusqu'ici, chez l'adulte, en allant d'avant en arrière : *cerveau antérieur*, *cerveau intermédiaire*, *cerveau moyen*, *cerveau postérieur* et *arrière-cerveau*.

La vésicule cérébrale primitive moyenne se transforme directement en *cerveau moyen*.

La vésicule cérébrale primitive antérieure produit, par évagination de la partie inférieure de ses parois latérales, les *vésicules optiques primaires* se séparant insensiblement de la vésicule cérébrale jusqu'à ce qu'elles ne lui restent plus unies que par un pédicule creux. De plus, la partie de la vésicule comprise en avant entre les deux pédicules optiques connue sous le nom de *lame terminale embryonnaire primitive*, se développe en une vésicule secondaire plus ou moins séparée de la vésicule primitive

par des échancrures latérales. Cette vésicule secondaire va devenir le *cerveau antérieur*, tandis que la partie postérieure de la vésicule primitive d'où dépendent les vésicules optiques devient le *cerveau intermédiaire*.

Le cerveau antérieur augmente considérablement de volume au point que sa masse l'emporte bientôt sur celle de toutes les autres parties de l'encéphale. Ce développement exagéré intéresse surtout les parties latérales. Aussi celles-ci débordent-elles bientôt en avant, en haut et en arrière la partie médiane du cerveau antérieur dont l'accroissement est moins rapide. Par suite de ce développement inégal, le cerveau antérieur présente sur la ligne médiane une dépression profonde qui va devenir la scissure interhémisphérique séparant l'une de l'autre deux vésicules saillantes : les *vésicules hémisphériques*, qui vont se transformer plus tard en hémisphères cérébraux.

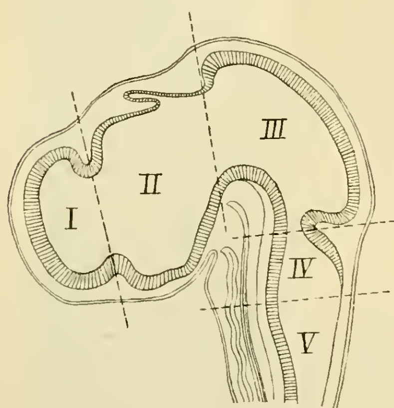


Fig. 9.

Coupe médiane à travers la tête d'un embryon de poulet de 4 1/2 jours (d'après Mihalkovics).

Grossie 14 fois.

I : Cerveau antérieur, dont la cavité va devenir celle des deux ventricules latéraux.

II : Cerveau intermédiaire avec le troisième ventricule et l'épiphyse.

III : Cerveau moyen avec l'aqueduc de Sylvius.

IV : Cerveau postérieur : la partie ventrale va devenir la protubérance annulaire, la partie dorsale se transformera en cervelet.

V : Arrière-cerveau dont la partie ventrale se transformera en moelle allongée, tandis que la partie dorsale, considérablement amincie et réduite à l'épithélium épendymaire, formera le revêtement épithélial de la toile choroïdienne. La cavité commune au cerveau postérieur et à l'arrière-cerveau devient le quatrième ventricule.

La vésicule cérébrale primitive postérieure présente, en même temps que se forment en avant les vésicules optiques, un étranglement de ses parois latérales qui la divise en deux : le *cerveau postérieur* et l'*arrière-cerveau*.

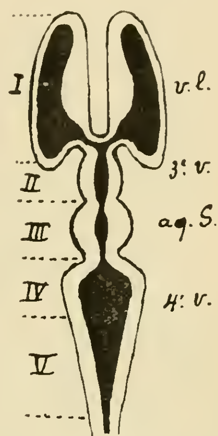
Ces cinq vésicules se sépareront encore plus nettement dans le cours du développement par des changements qui surviendront dans leur situation réciproque, changements dont on vous parlera plus longuement dans le cours d'embryologie.

Les modifications dont nous venons de parler intéressent surtout les parois des vésicules cérébrales. La cavité du canal neural primitif se modifie en même temps pour former les ventricules. La partie du canal primitif qui correspond au cerveau moyen se rétrécit considérablement pour devenir l'*aqueduc de Sylvius* ou *aqueduc cérébral (aquaeductus cerebri)*, fig. 10.

Cet aqueduc communique en arrière avec une partie élargie du canal qui correspond au cerveau postérieur et à l'arrière-cerveau et qu'on appelle le *quatrième ventricule (ventriculus quartus)*, dans lequel s'ouvre aussi le canal central de la moelle épinière. L'aqueduc de Sylvius se continue en avant

Fig. **10.**
Disposition des cavités ventriculaires dans l'encéphale des vertébrés.

I. : Cerveau antérieur.
II. : Cerveau intermédiaire.
III. : Cerveau moyen.
IV. : Cerveau postérieur.
V. : Arrière-cerveau.
v. lat. : Ventricule latéral.
3e v. : Troisième ventricule.
aq. S. : Aqueduc de Sylvius.
4e v. : Quatrième ventricule.



avec le *troisième ventricule (ventriculus tertius)* qui appartient au cerveau intermédiaire, et, par là, il communique, de chaque côté, avec la partie élargie du canal primitif appartenant à chaque hémisphère cérébral : le *ventricule latéral (ventriculus lateralis)*. Les ventricules latéraux communiquent avec le troisième ventricule par une partie rétrécie que l'on appelle le *trou de Monro* ou *trou interventriculaire (foramen interventriculare)*.

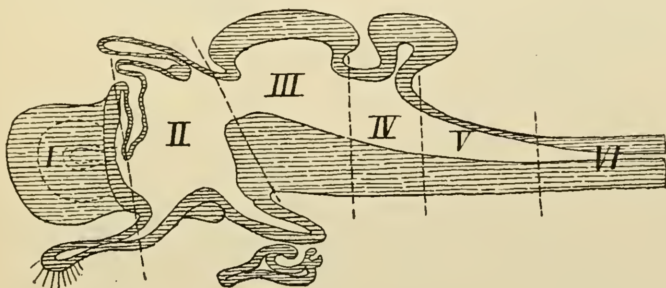


Fig. **11.**

Coupe schématique de l'encéphale d'un vertébré (d'après Edinger).

I : Cerveau antérieur.
II : Cerveau intermédiaire avec le nerf optique et l'hypophyse en bas, la toile choroïdienne, la commissure postérieure et l'épiphyse en haut.
III : Cerveau moyen.
IV : Cerveau postérieur.
V : Arrière-cerveau.
VI : Partie cervicale de la moelle épinière.

Pour montrer plus clairement comment les différentes parties de l'axe cérébro-spinal de l'homme proviennent de la différentiation des cinq

vésicules cérébrales embryonnaires, représentées dans la FIG. 9, nous avons reproduit dans la FIG. 11 le schéma d'une coupe médiane antéro-postérieure de l'axe cérébro-spinal d'un vertébré, dans la FIG. 12 une coupe sagittale médiane de l'encéphale d'une jeune truite et dans la FIG. 13 le

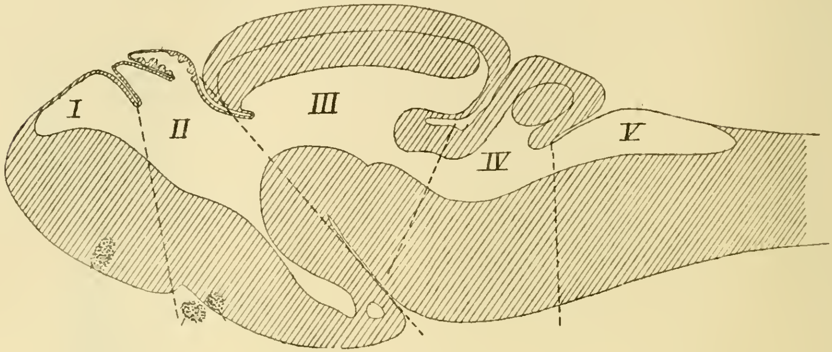


FIG. 12.

Coupe sagittale médiane de l'encéphale d'une truite de dix jours.

I : Cerveau antérieur.
II : Cerveau intermédiaire.
III : Cerveau moyen.
IV : Cerveau postérieur.
V : Arrière-cerveau.

schéma d'une coupe analogue faite dans l'encéphale d'un mammifère. Les deux figures 11 et 13 ont été empruntées à l'excellent livre du

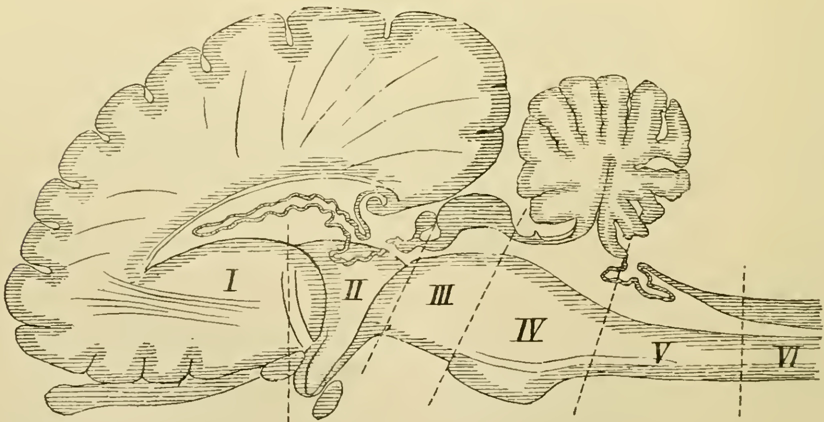


FIG. 13.

Coupe schématique de l'encéphale d'un mammifère (d'après EDINGER).

I : Cerveau antérieur.
II : Cerveau intermédiaire.
III : Cerveau moyen.
IV : Cerveau postérieur.
V : Arrière-cerveau.
VI : Partie cervicale de la moelle épinière.

Dr Edinger. Nous n'y avons fait qu'une petite modification sans importance aucune : nous avons indiqué, par des lignes pointillées, les limites des différentes vésicules cérébrales. En comparant ces figures à la coupe médiane de l'encéphale de l'homme, fig. 14, on saisira facilement quelles parties du système nerveux central de l'adulte proviennent de chacune des cinq vésicules cérébrales embryonnaires.

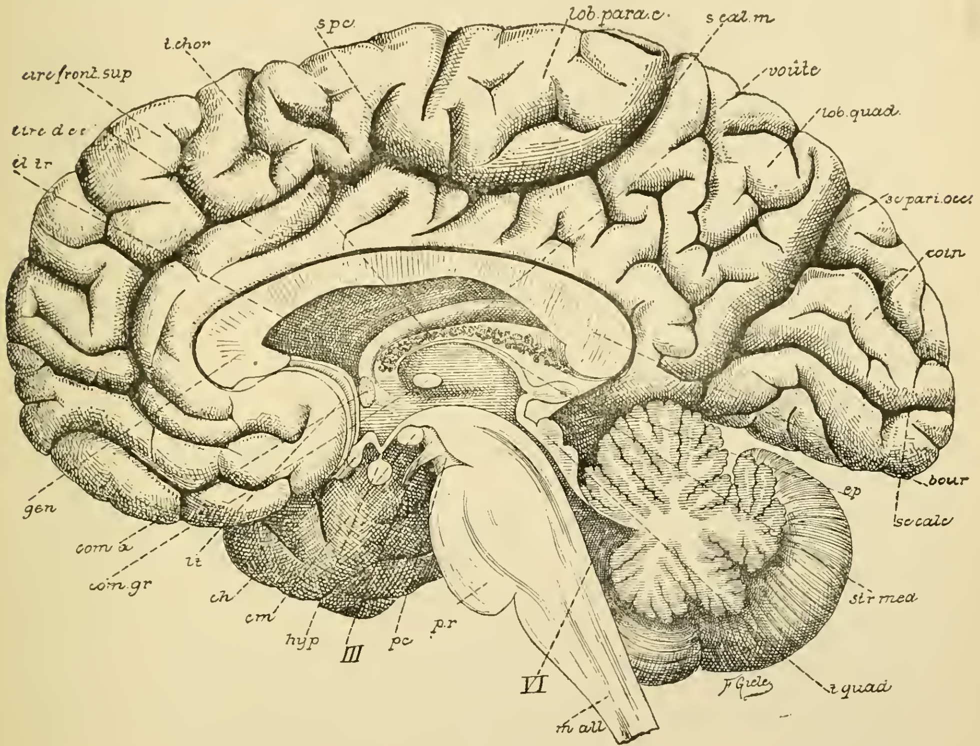


Fig. 14.

Vue d'une section médiane de l'encéphale montrant les diverses parties qui le constituent: cerveau, cervelet, protubérance annulaire, *pr*, et moelle allongée, *m*, *all*. Gr. nat. 2/3.

cl. tr. : Cloison transparente.
circ. d. cc. : Circonvolution du corps cal-
t. chor. : Toile choroïdienne. [leux.
s. pc. : Sillon paracentral.
s. cal. m. : Sillon calloso-marginal.
sc. pari. occ. : Scissure pariéto-occipitale.
sc. calc. : Scissure calcarine.
ép. : Épiphyse ou corps pinéal.
str. méd. : Strie médullaire.
t. quad. : Tubercules quadrijumeaux.
VI : Quatrième ventricule.
pc. : Pédoncule cérébral.
III : Nerf oculo-moteur commun.
hyp. : Hypophyse.
cm. : Corps mamillaires.
ch. : Chiasma des nerfs optiques.
lt. : Lame terminale.
com. gr. : Commissure grise.
com. a. : Commissure antérieure.
gen. : Genou du corps calleux.

Cette division de l'encéphale en cinq vésicules cérébrales secondaires a subi une modification importante de la part de His, modification qui a été admise par la commission que la Société anatomique a nommée dans le but de reviser d'une manière définitive toute la nomenclature anatomique.

Nous avons vu que, dans les premiers temps du développement embryologique, l'encéphale se trouve formé de trois parties dilatées : les *vésicules cérébrales primitives*. De ces trois vésicules, la première et la dernière se transforment encore de telle façon que, à un moment donné du développement, l'encéphale comprend cinq parties dilatées : les *vésicules cérébrales secondaires*. S'appuyant sur ce fait que les dénominations de *vésicules cérébrales primitives* et de *vésicules cérébrales secondaires* prêtent à confusion, les membres de la commission de nomenclature ont jugé opportun de faire disparaître ces anciennes dénominations.

La cérébrale primitive antérieure s'appellera dorénavant *cerveau antérieur* ou *prosencephalon*.

La vésicule cérébrale primitive moyenne devient *cerveau moyen* ou *mesencephalon*.

La vésicule cérébrale primitive postérieure portera le nom de *cerveau rhomboïdal* ou *rhombencephalon*.

Le *cerveau rhomboïdal* ou *rhombencephalon* comprend toutes les parties de l'encéphale qui entourent le quatrième ventricule, c'est-à dire : la moelle allongée, le cervelet, la protubérance annulaire et les pédoncules cérébelleux. Nous avons vu que ce cerveau rhomboïdal (c'est-à-dire la vésicule cérébrale primitive postérieure) se divise ultérieurement en deux vésicules secondaires : le *cerveau postérieur* et l'*arrière-cerveau*. Admettant la manière de voir de His, la commission de nomenclature a divisé le cerveau rhomboïdal en trois parties distinctes :

1° La moelle allongée ou l'arrière-cerveau devenant le *myelencephalon*.

2° La protubérance annulaire avec le cervelet formant le cerveau postérieur ou *metencephalon*.

3° La région des pédoncules cérébelleux supérieurs formée par la valvule de Vieussens, les pédoncules cérébelleux supérieurs, les noyaux d'origine des deux nerfs pathétiques et le ganglion interpédonculaire; c'est l'*isthme du rhombencéphale (isthmus rhombencephali)*.

Chez l'embryon, cet isthme du rhombencéphale est nettement distinct des parties voisines, mais, par suite des inflexions que subit l'axe nerveux et par suite du développement considérable des parties voisines : tubercules quadrijumeaux et cervelet en arrière, pédoncules cérébraux et pont de

Varole en avant, l'isthme du rhombencéphale a des limites moins précises chez l'adulte. Il comprend en un mot, chez l'adulte, toutes les parties qui entourent l'*extrémité supérieure* du quatrième ventricule.

Le *mesencephalon* ou *cerveau moyen*, c'est-à-dire la vésicule cérébrale primitive moyenne, conserve la même dénomination chez l'adulte.

Le *prosencephalon* ou *cerveau antérieur*, c'est-à-dire la vésicule cérébrale primitive antérieure, se transforme, avons-nous vu, en deux vésicules secondaires; celle voisine du cerveau moyen devient le *cerveau intermédiaire* ou *diencephalon* et celle qui forme l'extrémité supérieure de l'axe neural s'appelle le *cerveau terminal* ou *telencephalon.*

Cette division de l'encéphale se trouve nettement résumée dans le tableau suivant :

	STADE DES TROIS VÉSICULES CÉRÉBRALES PRIMITIVES	STADE DES CINQ VÉSICULES CÉRÉBRALES SECONDAIRES
ENCÉPHALE	**Rhombencephalon** (cerveau rhomboïdal).	I. **Myelencephalon** (arrière-cerveau).
		II. **Metencephalon** (cerveau postérieur).
		III. **Isthmus rhombencephali** (isthme du rhombencéphale).
	Mesencephalon (cerveau moyen).	IV. **Mesencephalon** (cerveau moyen).
	Prosencephalon (cerveau antérieur).	V. **Diencephalon** (cerveau intermédiaire)
		VI. **Telencephalon** (cerveau terminal).

L'encéphale se trouve donc formé de six parties distinctes, lesquelles, à un moment donné du développement embryologique, se présentent sous la forme de six anneaux nerveux placés au-dessus l'un de l'autre, FIG. 15.

Chacun de ces anneaux peut être divisé par un plan frontal en une moitié antérieure et une moitié postérieure. La limite entre ces deux moitiés est indiquée de bonne heure par deux sillons longitudinaux existant sur les parois des cavités ventriculaires : les *sillons limitants des ventricules (sulci limitantes ventriculorum)* que nous retrouverons plus tard sur l'encéphale de l'adulte. Cette limite peut aussi s'établir par une ligne

fictive représentant l'*axe central* de l'encéphale et qui, d'après les recherches de His, se termine au niveau du recessus optique.

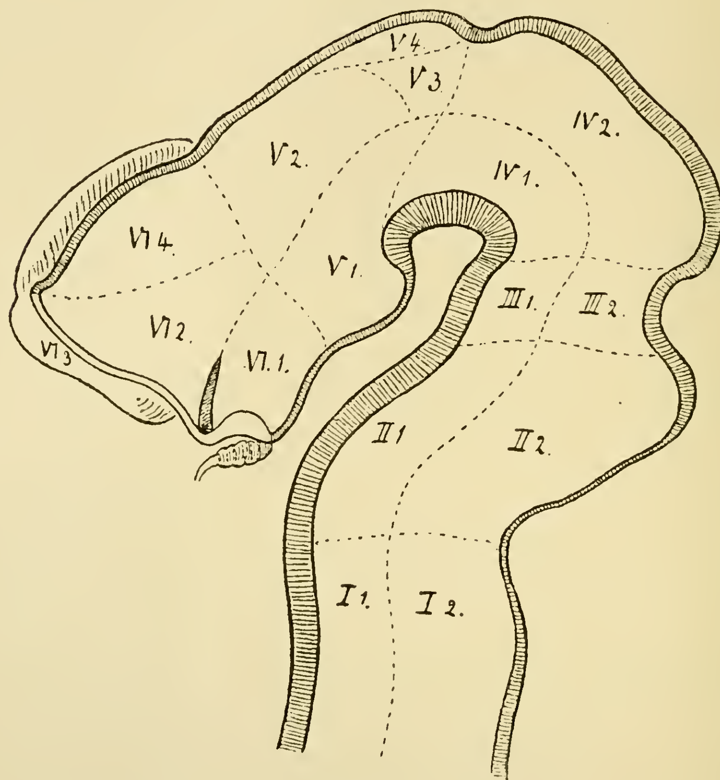


Fig. **15**.

Coupe médiane de l'encéphale d'un embryon humain âgé d'environ un mois (d'après W. His).

I. **Myelencephalon** :

I_1. Partie ventrale. — I_2. Partie dorsale.

II. **Metencephalon** :

II_1. Pont de Varole. — II_2. Cervelet.

III. **Isthmus rhombencephali** :

III_1. Pédoncules cérébraux. — III_2. Pédoncules cérébelleux supérieurs et valvule de Vieussens.

IV. **Mesencephalon** :

IV_1. Pédoncules cérébraux. — IV_2. Tubercules quadrijumeaux.

V. **Diencephalon** :

V_1. Partie mamillaire de l'hypothalamus. — V_2. Thalamus. — V_3. Métathalamus. — V_4. Epithalamus.

VI. **Telencephalon** :

VI_1. Partie optique de l'hypothalamus. — V_2. Corps strié. — V_3. Rhinencephalon. — V_4. Pallium.

Les sillons limitants des ventricules séparent en quelque sorte la partie motrice de l'axe nerveux de la partie sensitive : tous les noyaux moteurs, dans chaque moitié de l'axe nerveux, se trouvent, en effet,

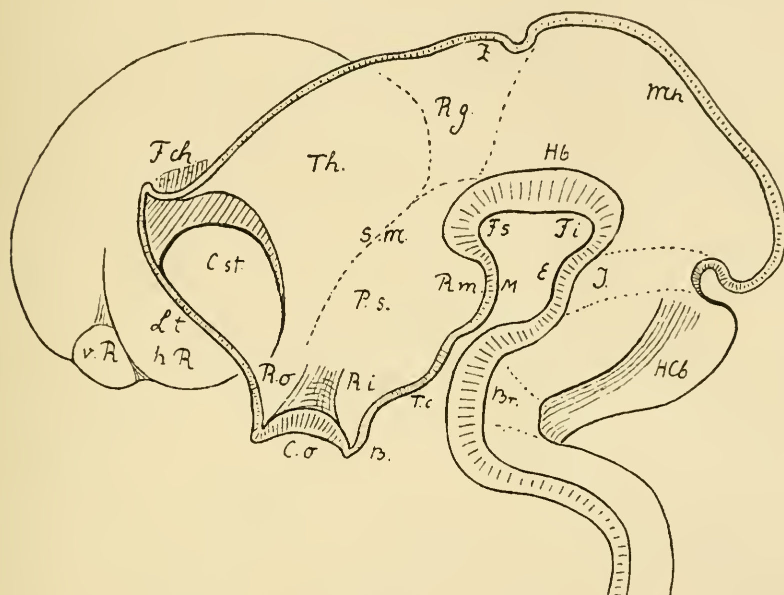


Fig. 16.
Coupe médiane de l'encéphale d'un embryon humain âgé de cinq semaines (d'après W. His).

II. *Br* : Courbure du pont.
Hcb : Hémisphères cérébelleux.
III. *J* : Isthme du rhombencéphale.
E : Eminence interpédonculaire.
IV. *Mh* : Cerveau moyen.
Hb : Bourrelet de la calotte.
Fi : Fosse interpédonculaire.
V. *Sm* : Sillon de Monro ou hypothalamique.
Ps : Partie sous-thalamique ou Hypothalamus.
Th : Thalamus.
Rg : Région des corps genouillés ou métathalamus.
Z : Corps pinéal ou épithalamus.
Rm : Récessus mamillaire.
Ri : Récessus de l'infundibulum.
Tc : Tubercule cendré.
M : Corps mamillaires.
Fs : Fosse supramamillaire.
VI. *Ro* : Récessus optique.
Co : Chiasma optique.
Lt : Lame terminale.
Cst : Corps strié.
vR et *hR* : Rhinencéphale.
Fch : Fissure choroïdienne.

en avant ou en dedans du sillon limitant; tandis que toutes les masses grises en rapport avec les nerfs sensitifs périphériques se trouvent en arrière ou en dehors de ce sillon.

Ces six anneaux nerveux se développeront alors, dans le cours du développement, pour donner naissance aux diverses parties constitutives de l'axe cérébro-spinal de l'adulte Fig. 15, 16 et 17.

Le *myélencéphale*, I, se transforme en *moelle allongée*. Nous verrons plus tard que la partie du sillon limitant qui sépare la partie dorsale de la partie ventrale se trouve sur la face postérieure du myélencéphale, à la limite de l'aile blanche interne et de l'aile grise.



Fig. 17.

Coupe médiane de l'encéphale de l'homme adulte (d'après W. His).

I. : Myélencéphale.
II_1 : Pont de Varole.
II_2 : Cervelet
III_1 : Pédoncules cérébraux.
III_2 : Valvule de Vieussens.
IV_1 : Pédoncules cérébraux.
IV_2 : Tubercules quadrijumeaux.
V_1 : Partie mamillaire de l'hypothalamus.
V_2 : Thalamus.
VI_1 : Partie optique de l'hypothalamus.
VI_3 : Rhinencéphale.
VI_4 : Pallium.

Le *métencéphale*, II, donne, dans sa partie dorsale, le *cervelet*, II_2, et, dans sa partie ventrale, la *protubérance annulaire* ou *pont de Varole*, II_1, reliée au cervelet par les pédoncules cérébelleux moyens.

L'*isthme du rhombencéphale*, III, donne naissance, en arrière, à la valvule de Vieussens et aux pédoncules cérébelleux supérieurs, III_2 ; en avant, à la partie des pédoncules cérébraux qui correspond aux noyaux d'origine des deux nerfs pathétiques et au ganglion interpédonculaire, III_1.

Ces trois segments : le myélencéphale, le métencéphale et l'isthme du

rhombencéphale forment ensemble la partie de l'encéphale connue sous le nom de *rhombencephalon*. Le canal neural primitif qui correspond à ce rhombencéphale devient le *quatrième ventricule*.

Le *mésencéphale*, IV, produit les tubercules quadrijumeaux, IV_2, et la plus grande partie des pédoncules cérébraux, IV_1. Il est traversé par l'*aqueduc de Sylvius*.

Sur la face interne du *diencéphale*, *V*, et de la partie voisine du *télencéphale*, *VI*, jusqu'au niveau du récessus optique existe un sillon nettement visible connu sous le nom de *sillon de Monro* ou *sillon hypothalamique (sulcus hypothalamicus)*. Ce sillon n'est que la partie supérieure du sillon limitant des ventricules. Il divise le *diencéphale* en une partie ventrale : l'*hypothalamus* ou *région sous-thalamique* et une partie dorsale : le *thalamencéphale*. Ce thalamencéphale lui-même comprend trois parties :

a) le *thalamus* ou couche optique proprement dite, V_2;

b) l'*épithalamus* comprenant le corps pinéal et la région de l'habenula, V_4;

c) le *méthatalamus*, nom sous lequel on désigne les deux corps genouillés, V_3.

La partie du canal neural primitif qui correspond au diencéphale devient le *troisième ventricule*.

Le *télencéphale*, *VI*, présente également une partie ventrale et une dorsale. La partie dorsale comprend le *pallium*, VI_4, le *corps strié (corpus striatum)*, VI_2, et le bulbe olfactif avec ses dépendances ou *rhinencephalon*, VI_3.

La partie ventrale du télencéphale appartient à la région hypothalamique. La cavité du télencéphale forme les *ventricules latéraux*.

L'*hypothalamus* comprend les corps mamillaires, le tubercule cendré avec l'infundibulum et la partie postérieure de l'hypophyse, le chiasma des nerfs optiques, le récessus optique et la lame terminale. Il appartient à la fois au diencéphale et au télencéphale. La limite entre ces deux parties est formée par le sillon de Monro qui se termine, en avant, entre les corps mamillaires et l'infundibulum ; elle sépare la *partie mamillaire (pars mamillaris hypothalami)* de la *partie optique (pars optica hypothalami)*.

Les trois parties proximales de l'encéphale, c'est-à-dire le mésencéphale, le diencéphale et le télencéphale, forment par leur ensemble ce que dans le langage courant on désigne sous le nom de *cerveau* ou *cerebrum*.

Pour la description macroscopique et microscopique de l'axe cérébro-spinal, nous admettrons donc cette division naturelle que nous montre

le développement embryologique et, conformément aux décisions de la commission de nomenclature, nous décrirons successivement :

La moelle épinière ou moelle spinale *(medulla spinalis)*,
Le myélencéphale ou moelle allongée (*medulla oblongata* ou *myelencephalon)*,
Le métencéphale ou cerveau postérieur (*metencephalon*),
L' isthme du rhombencéphale (*isthmus rhombencephali*),
Le mésencéphale ou cerveau moyen (*mesencephalon*),
Le diencéphale ou cerveau intermédiaire (*diencephalon*) et
Le télencéphale ou cerveau terminal (*telencephalon*),

Littérature.

L. Edinger : *Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane des Menschen und der Thiere.* Vierte Auflage, Leipzig, 1893. — W. His : *Zur allgemeinen Morphologie des Gehirns.* Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abtheilung, 1892, pp. 346-385. — W. His : *Uber das frontale Ende des Gehirnrohres ;* Ibid., 1893, pp: 157-171. — W. His : *Vorschläge zur Eintheilung des Gehirns ;* Ibid., 1893, pp. 172-179. — W. His : *Die anatomische Nomenclatur ;* Ibid.. 1895, Supplement-Band.

DEUXIÈME LEÇON

La moelle épinière. Le myélencéphale. Le métencéphale et l'isthme du rhombencéphale.

Moelle épinière ou moelle spinale.

La moelle épinière est la partie de l'axe cérébro-spinal qui est située dans la cavité rachidienne. Elle se présente sous la forme d'une tige cylindrique de 40 à 45 centimètres de longueur. Au niveau du bord supérieur de l'atlas elle se continue directement avec la moelle allongée ; elle descend, chez l'homme adulte, jusque dans la région lombaire où elle se rétrécit brusquement pour se continuer avec le *filet terminal*. La limite inférieure de la moelle n'est pas la même chez tous les individus. Elle oscille entre la partie moyenne du corps de la première et

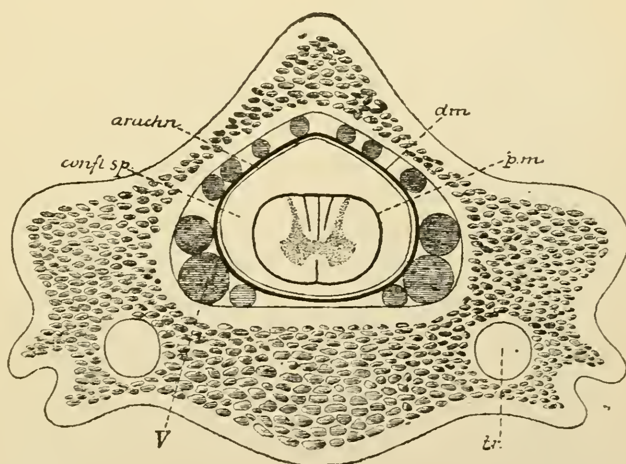


Fig. 18.

Coupe transversale de la colonne vertébrale au niveau des vertèbres cervicales inférieures.

tr. : Canal transversaire.
pm. : Pie-mère.
confl. sp. : Confluent spinal ou confluent cerebello-médullaire.
arach. : Arachnoïde.
dm. : Dure-mère.
V : Veines occupant l'espace libre entre la dure-mère et la paroi du canal rachidien.

le bord inférieur du corps de la deuxième vertèbre lombaire. La moelle épinière n'occupe donc pas, chez l'adulte, toute la *longueur* du canal vertébral. Il n'en a pas toujours été ainsi. Jusqu'au quatrième mois de la vie embryonnaire, elle s'étend depuis la première vertèbre cervicale jusqu'à la dernière vertèbre sacrée. Mais à partir de cette époque l'accroissement en longueur de la moelle épinière reste en retard sur l'accroissement de la

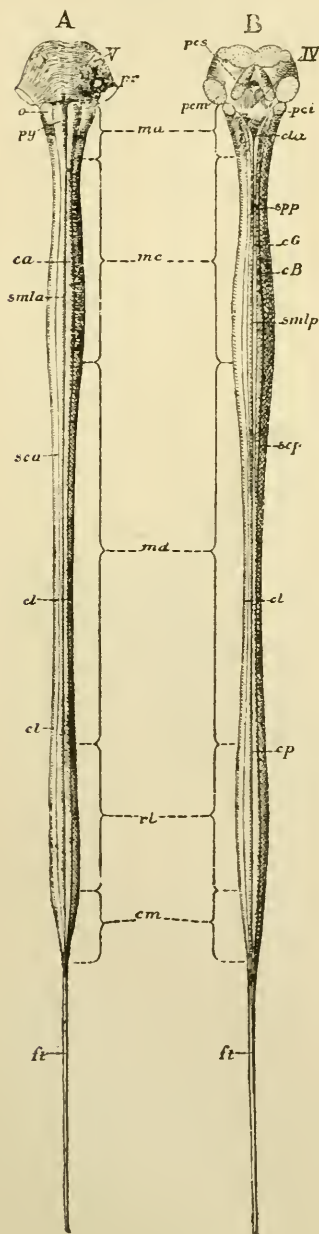


Fig. 19.

Face antérieure et face postérieure de la moelle épinière, de la moelle allongée et de la protubérance annulaire après arrachement des nerfs périphériques.

Gr. nat. 1/4.

A : Face antérieure.
B : Face postérieure.
smla : Fissure médiane antérieure.
sca : Sillon latéral antérieur.
smlp : Sillon médian postérieur.
scp : Sillon latéral postérieur.
spp : Sillon paramédian postérieur.
ca : Cordon antérieur.
cl : Cordon latéral.
cp : Cordon postérieur.
cG : Faisceau de Goll.
cB : Faisceau de Burdach.
pr : Protubérance annulaire.
ma : Moelle allongée.
V : Origine du nerf trijumeau.
py : Pyramides de la moelle allongée.
o : Olives.
pcs : Pédoncules cérébelleux supérieurs.
pcm : Pédoncules cérébelleux moyens.
pci : Pédoncules cérébelleux inférieurs.
IV : Plancher du quatrième ventricule.
mc : Moelle cervicale.
md : Moelle dorsale.
rl : Renflement lombaire.
cm : Cône médullaire.
ft : Filet terminal.
cla : Clava.

colonne vertébrale. Par son extrémité supérieure la moelle spinale est fixée à la moelle allongée; aussi semble-t-elle, dans le cours du développement, remonter insensiblement dans la cavité rachidienne. Au sixième mois de la vie intra-utérine le cône médullaire se trouve au commencement du canal sacré.

Au moment de la naissance, la moelle ne descend plus que jusqu'au niveau de la troisième vertèbre lombaire, pour remonter encore jusqu'à la deuxième ou même la première vertèbre lombaire, qu'elle atteint au commencement de la deuxième année et où on la retrouve chez l'adulte.

La moelle épinière n'occupe pas non plus toute la *largeur* du canal vertébral. Entourée intimement par la pie-mère, elle flotte pour ainsi dire dans le liquide encéphalo-rachidien renfermé dans le sac arachnoïdien ou confluent cerebello-médullaire. L'arachnoïde est recouverte par la dure-mère et celle-ci est séparée de la face interne des os par du tissu conjonctif adipeux assez abondant et par les veines intra-rachidiennes, FIG. **18.**

Cette liberté relative de la moelle épinière dans le canal vertébral était nécessaire pour la garantir contre les compressions que les vertèbres pourraient exercer sur elle pendant les mouvements si variés et si multiples de la colonne vertébrale.

La moelle épinière ne constitue pas un cylindre parfait; elle est aplatie légèrement d'avant en arrière, de telle sorte que son diamètre transversal l'emporte de 1 à 2 mm. sur son diamètre antéro-postérieur.

Elle ne présente pas non plus dans toute sa longueur une épaisseur uniforme, mais elle s'élargit considérablement dans la région cervicale, entre la troisième vertèbre cervicale et la deuxième vertèbre dorsale, où elle présente le *renflement cervical (intumescentia cervicalis)*; et dans la région thoracique, de la dixième à la douzième vertèbre dorsale, où elle forme ce qu'on appelle le *renflement lombaire (intumescentia lumbalis)*, FIG. **19.**

Ces renflements correspondent exactement aux endroits où la moelle épinière fournit les nerfs périphériques pour les membres thoraciques et les membres abdominaux.

A partir de la partie la plus épaisse du renflement lombaire, la moelle épinière se rétrécit brusquement et se termine en cône : le *cône terminal* ou *cône médullaire (conus medullaris)*, auquel fait suite le *filet terminal (filum terminale)*, cordon grêle d'une longueur de 20 à 25 centimètres et qui va se terminer sur la face postérieure du coccyx.

La face antérieure de la moelle épinière présente, sur la ligne médiane, un sillon longitudinal large et profond : la *fissure médiane antérieure* (*fissura mediana anterior*). Sur la face postérieure de la moelle, on trouve un sillon médian beaucoup plus superficiel : le *sillon médian postérieur (sulcus medianus posterior)*. Ces sillons divisent la moelle en deux moitiés symétriques, FIG. **20.**

De chaque côté de la ligne médiane, à 2 ou 3 millimètres en dehors du sillon médian postérieur, on voit sortir de la moelle une série presque ininterrompue de troncs nerveux qui forment les racines posté-

rieures ou sensitives des nerfs spinaux, FIG. 21. Quand on arrache ces racines, on trouve sur la moelle un sillon longitudinal parallèle au sillon médian. C'est le *sillon collatéral postérieur (sulcus lateralis posterior)*. Les

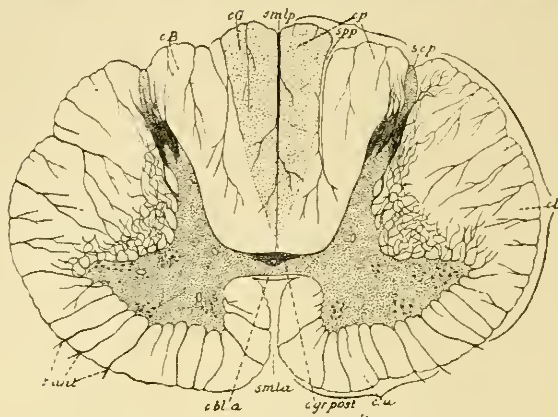


FIG. **20**.

Coupe transversale de la moelle vers le milieu du renflement cervical.

smla : Fissure médiane antérieure.
smlp. : Sillon médian postérieur.
c. bl. a. : Commissure blanche antérieure.
c. pgr. ost. : Commissure grise postérieure.
r. ant. : Racines antérieures.
ca. : Cordon antérieur.
cl. : Cordon latéral.
scp. : Sillon collatéral postérieur.
cp. : Cordon postérieur.
spp. : Septum paramédian postérieur.
cG. : Faisceau de Goll.
cB. : Faisceau de BURDACH.

racines antérieures ou motrices des nerfs spinaux sortent de la face antérieure de la moelle épinière, un peu en dehors de la fissure médiane. Ces racines sortent par groupes, plusieurs troncs nerveux étant placés l'un à côté de l'autre, de sorte que, après les avoir enlevées, on trouve un sillon large et interrompu appelé *sillon collatéral antérieur (sulcus lateralis anterior)*.

Les sillons que nous venons de décrire ont tous une direction longitudinale, ils délimitent sur la face externe de la moelle épinière des faisceaux de fibres nerveuses qu'on appelle *cordons* (*funiculi medullæ spinalis*). Il y a trois cordons dans chaque moitié de la moelle épinière :

1° Le *cordon antérieur* (*funiculus anterior*) limité par la fissure médiane antérieure et le sillon collatéral antérieur.

2° Le *cordon latéral* (*funiculus lateralis*) compris entre les deux sillons collatéraux d'une même moitié de la moelle.

3° Le *cordon postérieur* (*funiculus posterior*) situé entre le sillon collatéral postérieur et le sillon médian postérieur.

Dans toute la longueur de la moelle cervicale, ce cordon postérieur est subdivisé en deux par un sillon surnuméraire : le *sillon postérieur intermédiaire* (*sulcus intermedius postérior*) ou *sillon paramédian ;* la partie

externe du cordon postérieur prend le nom de *cordon* ou *faisceau cunéiforme (fasciculus cuneatus)* ou *faisceau de Burdach* et la partie interne celui de *cordon* ou *faisceau grêle (fasciculus gracilis)* ou *faisceau de Goll.*

De plus, dans la partie supérieure de la moelle cervicale on voit sortir du cordon latéral, un peu au-devant des racines postérieures des quatre premiers nerfs cervicaux, une série de filets radiculaires qui se réunissent bientôt en un tronc unique remontant dans la cavité rachidienne jusqu'au niveau du trou occipital. Ce sont les filets radiculaires de la partie médullaire d'un nerf cranien : le *nerf accessoire de Willis* ou *nerf spinal.*

Après leur sortie de la moelle épinière, les racines antérieures et les racines postérieures des nerfs spinaux se réunissent en faisceaux. Chacun des faisceaux postérieurs, arrivé dans le trou intervertébral, présente sur son trajet un épaississement en forme de nœud appelé *ganglion spinal*, puis il se réunit à un faisceau antérieur pour former un nerf mixte, à la fois sensitif et moteur, FIG. 21.

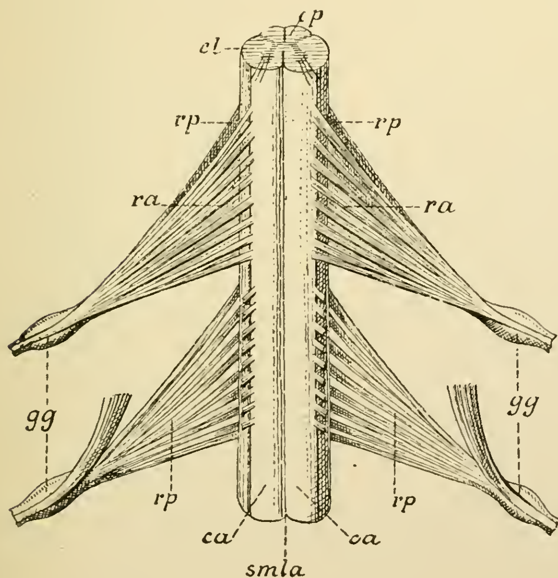


FIG. 21.

Partie de la moelle thoracique. Gr. natur.

smla : Fissure médiane antérieure.
ca : Cordon antérieur.
cl : Cordon latéral.
rp : Racines postérieures.
ra : Racines antérieures.
gg : Ganglion spinal.
cp : Cordon postérieur.

A l'époque où la moelle épinière occupe toute l'étendue du canal vertébral, les nerfs spinaux se dirigent horizontalement en dehors pour sortir du canal par les trous intervertébraux correspondants. Mais dans le cours du développement, avons-nous dit, l'accroissement en longueur de la moelle reste en retard sur l'accroissement correspondant du canal vertébral. D'après les mensurations de PFITZNER auxquelles nous pouvons joindre le résultat de quelques observations personnelles, ce retard dans l'accroissement en longueur n'intéresse pas au même degré

toutes les parties de la moelle. Dans la région cervicale, la moelle suit presque régulièrement le développement des vertèbres cervicales. Elle s'étend en moyenne jusque vers le milieu du corps de la septième vertèbre cervicale ; aussi les nerfs cervicaux se dirigent-ils plus ou moins horizontalement vers les trous de conjugaison de la région cervicale. La partie dorsale de la moelle épinière suit moins régulièrement l'accroissement en hauteur des vertèbres dorsales. Elle descend, en moyenne, dans le canal vertébral, jusqu'au bord inférieur de la dixième vertèbre dorsale. Aussi les nerfs dorsaux, pour arriver aux trous de conjugaison de la colonne dorsale, parcourent-ils, dans le canal rachidien, un trajet dont la longueur augmente insensiblement depuis le premier jusqu'au douzième nerf dorsal. FIG. 23. C'est surtout le développement en longueur de la moelle lombaire et de la moelle sacrée qui retarde sur celui des vertèbres correspondantes. Chez l'adulte, la moelle a quitté complètement la région sacrée et ne descend, dans le canal vertébral, que jusqu'au niveau de la deuxième ou même de la première vertèbre lombaire. Les nerfs lombaires, sacrés et coccygien, pour atteindre les trous de conjugaison par où ils doivent

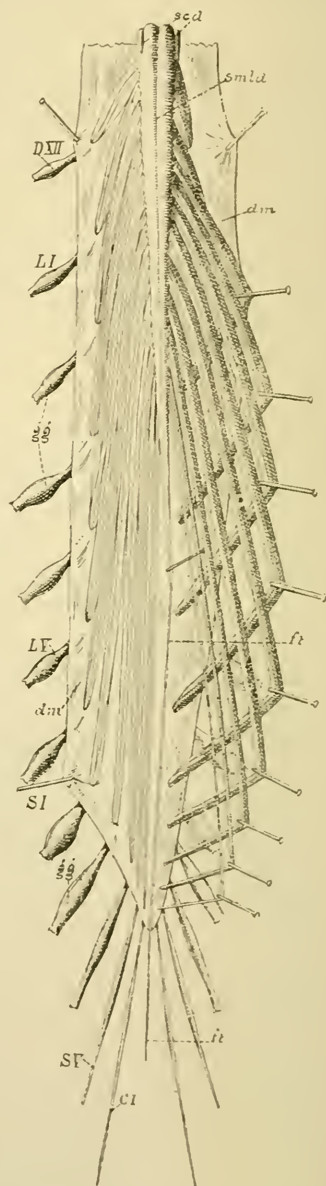


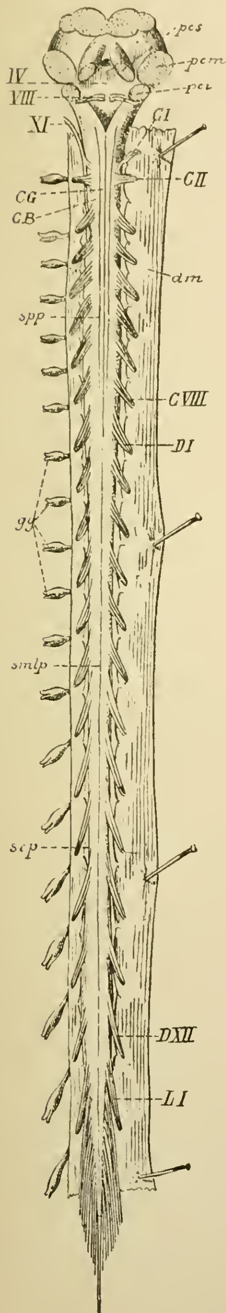
Fig. 22.

Partie inférieure de la moelle épinière avec la queue de cheval, après ouverture de la dure-mère. Gr. nat. 1/2.

DXII : Douzième nerf dorsal.
LI et *LV* : Premier et cinquième nerfs lombaires.
SI et *SV* : Premier et cinquième nerfs sacrés.
CI : Premier nerf coccygien.
ft : Filet terminal.
gg : Ganglions spinaux.
smld : Sillon médian postérieur.
scd : Sillon collatéral postérieur.
dm : Dure-mère ouverte.

quitter le canal vertébral, descendent donc verticalement dans ce canal enveloppant le cône médullaire et le filet terminal. Cette partie inférieure de la moelle, entourée par ce paquet de nerfs, porte le nom de *queue de cheval (cauda equina)*, FIG. 22.

La disposition spéciale que Pfitzner signale pour les deux derniers nerfs dorsaux, à savoir qu'entre le sac dural et le trou de conjugaison ces nerfs présenteraient un trajet non descendant, mais ascendant, n'a pas été retrouvée par nous dans les quelques observations que nous avons faites pour contrôler les mensurations de Pfitzner.



Quand, sur un cadavre intact couché sur la face ventrale, on ouvre le canal rachidien en faisant sauter les lames de toutes les vertèbres, et qu'on enlève le tissu adipeux qui enveloppe la dure-mère, on constate, la *dure-mère n'étant pas ouverte*, que les huit nerfs cervicaux et les six premiers nerfs dorsaux présentent, entre la dure-mère et le trou intervertébral, un trajet horizontal. C'est seulement à partir du septième nerf dorsal que ce trajet *intra-rachidien* devient oblique en bas et en dehors. A peine indiquée pour le septième nerf dorsal, cette obliquité va en s'accentuant de plus en plus pour les nerfs dorsaux inférieurs et pour les nerfs lombaires ; elle se rapproche de la verticale pour les nerfs sacrés et le nerf coccygien.

Si l'on ouvre alors la dure-mère par sa face postérieure on constate que, de tous les nerfs spinaux, les deux premiers nerfs cervicaux seuls présentent dans toute leur étendue, depuis la moelle jusqu'au trou invertébral, un trajet horizontal. A partir du troisième nerf cervical déjà, le trajet *intra-dural* devient oblique en bas et en dehors. Faible pour les six derniers nerfs cervicaux, cette obliquité va en augmentant insensiblement du premier au douzième nerf dorsal. Pour les nerfs lombaires, les nerfs sacrés et le nerf coccygien le trajet intra-dural se rapproche de plus en plus de la direction verticale.

Fig. 23.

Face postérieure de la moelle épinière après ouverture de la dure-mère rachidienne. Gr. nat. 1/3.

smlp : Sillon médian postérieur.
spp : Sillon paramédian postérieur.
CG : Cordon ou faisceau de Goll.
CB : Cordon ou faisceau de Burdach.
scp : Sillon col atéral postérieur d'où sortent les racines postérieures des nerfs spinaux.
CI : Premier nerf cervical.
CVIII : Huitième nerf cervical.
DI : Premier nerf dorsal.
DXII : Douzième nerf dorsal.
LI : Premier nerf lombaire.
gg : Ganglions spinaux.
dm : Dure-mère ouverte.
XI : Partie inférieure du nerf accessoire.

Le myélencéphale

Arrivée au bord supérieur de l'atlas, la moelle épinière s'élargit insensiblement suivant tous ses diamètres, mais surtout suivant le diamètre frontal et devient *moelle allongée*, appelée encore *bulbe rachidien*, *arrière-cerveau* ou mieux *myélencéphale*.

Le myélencéphale est la partie de l'axe cérébro-spinal comprise entre la moelle épinière et la protubérance annulaire. Il provient de la transformation de la partie postérieure de la troisième vésicule cérébrale primitive ou rhombencéphale. Séparée de la protubérance annulaire par un sillon horizontal, la moelle allongée se continue avec la moelle épinière sans ligne de démarcation précise. Elle repose sur la partie postérieure de la gouttière basilaire de l'os occipital et sur la partie supérieure de la membrane occipito-axoïdienne, qui la sépare du sommet de l'apophyse odontoïde de l'axis. Elle répond en arrière à la face antérieure du cervelet, au confluent sous-arachnoïdien postérieur ou confluent cerebello-médullaire, au bord postérieur du trou occipital et à l'espace assez large qui sépare l'occipital de l'arc postérieur de l'atlas. Cet espace fermé par la membrane occipito-atloïdienne postérieure constitue un rapport important. Par là, en effet, la moelle allongée est accessible à des instruments tranchants qui glisseraient le long de la face inférieure de l'occipital, FIG. 24.

Considérée dans son ensemble, la moelle allongée a la forme d'un cône à la base supérieure tournée vers la protubérance annulaire et dont le sommet dirigé en bas et un peu en arrière se continue avec la moelle épinière. Elle a une longueur de trois centimètres et mesure, près de sa base, deux centimètres de largeur.

La face antérieure, FIG. 24, présente sur la ligne médiane un sillon longitudinal large et profond, continuation de la fissure médiane antérieure de la moelle épinière ; c'est la *fissure médiane antérieure du bulbe* (*fissura mediana anterior*). Quand on écarte les deux lèvres de cette fissure, on voit qu'elle est interrompue dans sa partie inférieure par des faisceaux entrecroisés de fibres nerveuses formant l'*entrecroisement* ou la *décussation des pyramides*, (*decussatio pyramidum*).

Lorsque nous étudierons plus tard la structure interne de l'axe cérébro-spinal, nous verrons, dans chaque moitié de l'axe nerveux, un

faisceau de fibres nerveuses provenir des cellules nerveuses d'une région déterminée de l'écorce cérébrale et descendre à travers toutes les parties de l'axe cérébro-spinal jusque près de l'extrémité inférieure de la moelle

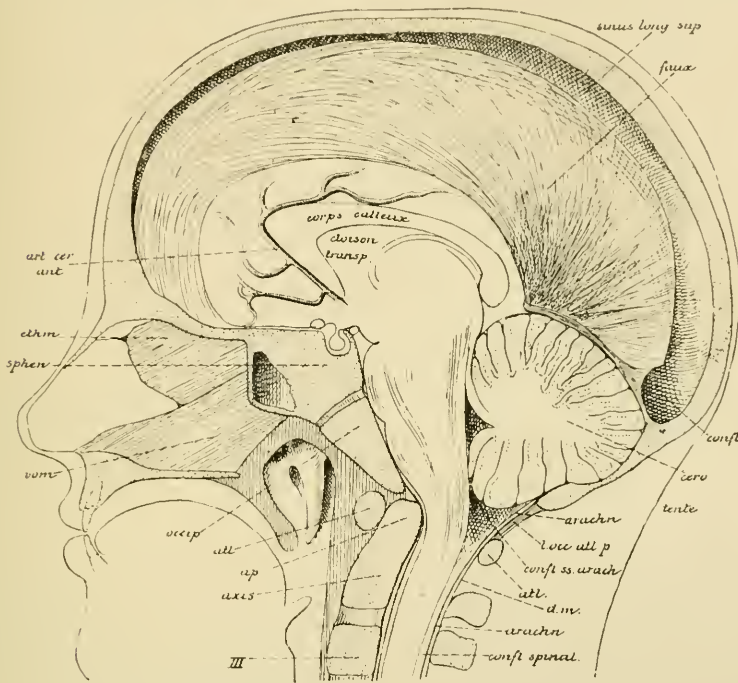


Fig. **24**.

Section médiane faite à travers la tête d'un enfant âgé de six ans.
Gr. nat. 1/2.

confl. : Confluent des sinus.
cerv. : Cervelet.
arach. : Arachnoïde.
l. occ. atl. p. : Ligament occipito-atloïdien postérieur.
confl.ss.arach. : Confluent sous-arachnoïdien postérieur.
atl. : Atlas.
dm. : Dure-mère.
ap. : Apophyse odontoïde de l'axis.
III. : Corps de la troisième vertèbre cervicale.
art. cer.ant. : Artère cérébrale antérieure.
ethm. : Lame perpendiculaire de l'ethmoïde.
sphen. : Corps du sphénoïde.
vom. : Vomer.
occip. : Apophyse basilaire de l'occipital.

épinière. Ce faisceau porte le nom de *faisceau pyramidal, faisceau cérébro-spinal (fasciculus cerebrospinalis), voie pyramidale* ou *voie motrice centrale.*

Au niveau de la moelle allongée, les fibres de chaque voie pyramidale réunies en un faisceau compact font saillie sur la face antérieure du bulbe et forment, de chaque côté de la fissure médiane, un cordon

blanc longitudinal élargi en haut et rétréci en bas : la *pyramide du bulbe* (*pyramis medullæ oblongatæ*), *py*. Près de l'extrémité inférieure de la moelle allongée, la plus grande partie des fibres de chaque pyramide passent la ligne médiane et s'entrecroisent avec celles du côté opposé, au fond de la fissure médiane, pour se rendre dans le cordon latéral de la moitié opposée de la moelle épinière. Les fibres non entrecroisées descendent directement dans la partie interne du cordon antérieur du côté correspondant de la moelle, FIG. 25.

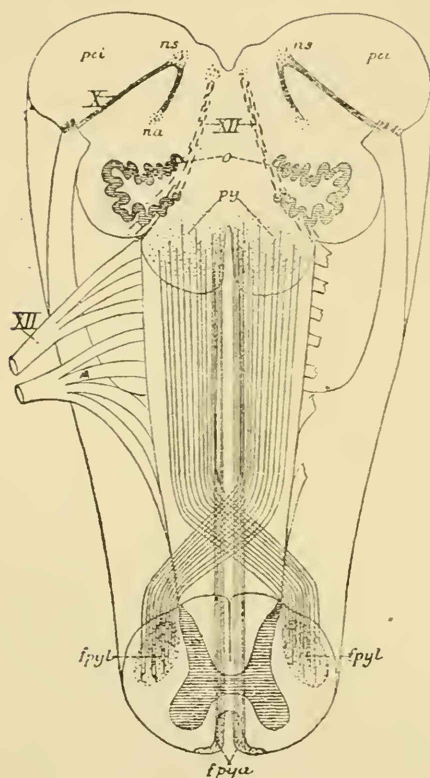


FIG. 25.

Schéma montrant l'entrecroisement des pyramides à la partie inférieure de la moelle allongée.

X : Fibres radiculaires,
ns : Noyau sensitif terminal et
na : Noyau ambigu ou noyau d'origine moteur du nerf pneumo-gastrique.
pci : Pédoncule cérébelleux inférieur.
XII : Fibres radiculaires du nerf hypoglosse.
py : Pyramides de la moelle allongée.
fpyl : Faisceau pyramidal du cordon latéral ou faisceau cérébro-spinal latéral de la moelle épinière.
fpya : Faisceau pyramidal du cordon antérieur ou faisceau cérébro-spinal antérieur.

Ce sont les fibres pyramidales entrecroisées qui apparaissent dans la partie inférieure de la fissure médiane antérieure de la moelle allongée quand on écarte les deux lèvres de cette fissure et qui forment la *décussation des pyramides*. *l'entrecroisement des pyramides* ou *l'entrecroisement des fibres motrices centrales*.

En dehors de la pyramide, FIG. 25, existe un sillon longitudinal, qui est la continuation du sillon collatéral antérieur de la moelle épinière. De ce *sillon collatéral antérieur du bulbe* (*sulcus lateralis anterior*) sortent dix à douze filets radiculaires qui convergent les uns vers les autres et se réunissent pour constituer un nerf périphérique ; ce sont les filets d'origine du nerf *grand hypoglosse*.

Derrière le sillon collatéral antérieur, on voit la continuation du cordon latéral de la moelle épinière, qui devient le *cordon* ou le *faisceau latéral du bulbe* (*funiculus lateralis*).

Très large et très épais dans la moitié inférieure de la moelle allongée, ce faisceau latéral va en diminuant de volume vers la moitié supérieure. Dans cette partie supérieure il est considérablement réduit et il est séparé de la pyramide par une saillie oblongue, à grand diamètre

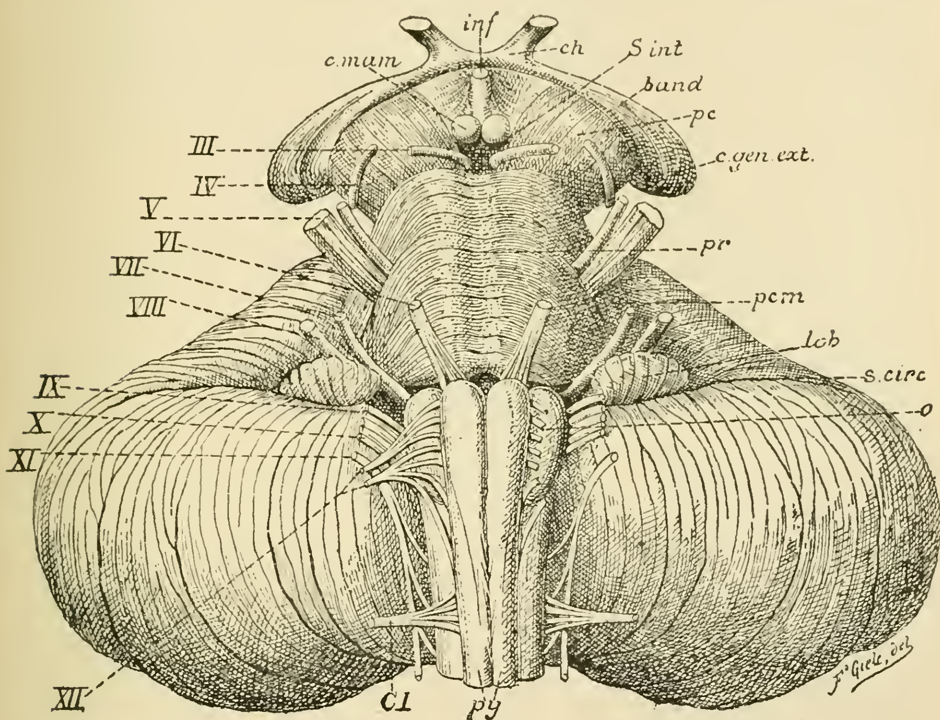


Fig. 26.

Face antérieure du tronc cérébral. Gr. nat.

c. mam. : Corps mamillaires.
inf. : Tige pituitaire.
ch. : Chiasma des nerfs optiques.
s. int. : Substance interpédonculaire.
band. : Bandelette optique.
pc. : Pédoncule cérébral.
c.gen.ext. : Corps genouillé externe.
pr. : Protubérance annulaire.
pcm. : Pédoncule cérébelleux moyen
lob. : Lobule du pneumo-gastrique (flocculus).
s. circ. : Sillon circonférenciel.
o. : Olive.
py. : Pyramides.
CI : Racine antérieure du premier nerf cervical.
III à *XII* : Origine des dix dernières paires de nerfs craniens.

vertical, appelée *olive* (*oliva*), *o*. L'olive est limitée à son extrémité inférieure par des fibres en arcades à convexité inférieure plus ou moins apparentes d'après les individus ; elles portent le nom de *fibres arciformes externes* (*fibræ arcuatæ externæ*).

Le faisceau latéral du bulbe a comme limite postérieure un sillon longitudinal, qui est la continuation directe du sillon collatéral postérieur de la

moelle épinière : c'est le *sillon collatéral postérieur du bulbe* (*sulcus lateralis posterior*). Il n'est nettement visible que sur la face latérale et, en partie aussi, sur la face postérieure de la moelle allongée. De toute la longueur de ce sillon partent de nombreux filets radiculaires. A une petite distance de la moelle allongée, ces filets se réunissent en trois faisceaux nettement distincts constituant de haut en bas : le nerf *glosso-pharyngien*, *IX*, le nerf *vague* ou *pneumo-gastrique*, *X*, et la partie supérieure ou partie bulbaire du *nerf accessoire*, *XI*.

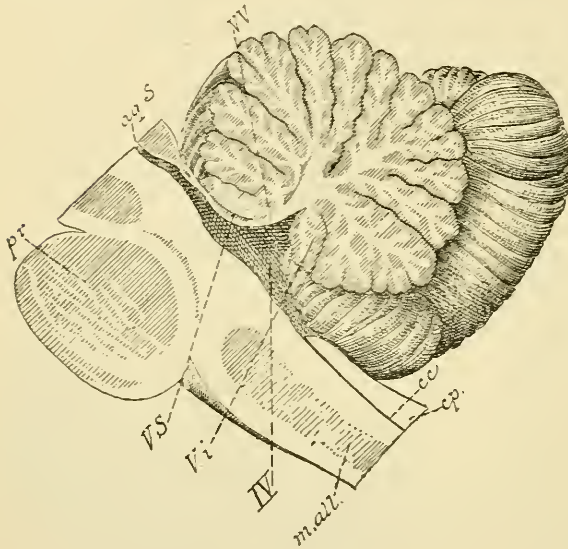


Fig. 27.
Coupe médiane à travers le rhombencéphale.
Gr. nat.

pr : Protubérance annulaire.
m. all. : Moelle allongée.
aq. S. : Aqueduc de Sylvius.
VV : Valvule de Vieussens.
VS : Extrémité antérieure du ver supérieur.
Vi : Extrémité antérieure du ver inférieur.
IV : Quatrième ventricule.
cc : Canal central de la moelle épinière.
cp : Cordon postérieur.

Examinée par sa face postérieure, fig. 28, la moelle allongée présente une configuration différente dans sa moitié inférieure et dans sa moitié supérieure. Dans sa moitié inférieure, elle ressemble à la partie voisine de la moelle cervicale. On y retrouve le sillon médian postérieur devenu large et profond, prenant le nom de *fissure médiane postérieure* (*fissura mediana posterior*), *smlp*, le cordon postérieur subdivisé par le sillon paramédian, *spp*, en faisceau grêle ou de Goll, *cG*, et faisceau cunéiforme ou de Burdach, *cB*, le sillon collatéral postérieur, *scp*, et une partie du cordon latéral, *cl*.

Dans la moitié supérieure la configuration de la moelle allongée est toute autre. Les cordons postérieurs de la moelle semblent à ce niveau s'être écartés l'un de l'autre, en laissant entre eux un espace triangulaire à base supérieure et à sommet inférieur qui forme la partie inférieure du plancher du quatrième ventricule (*pars inferior fossae rhomboideae*). Ce ventricule est la partie élargie du canal médullaire primitif sur toute la

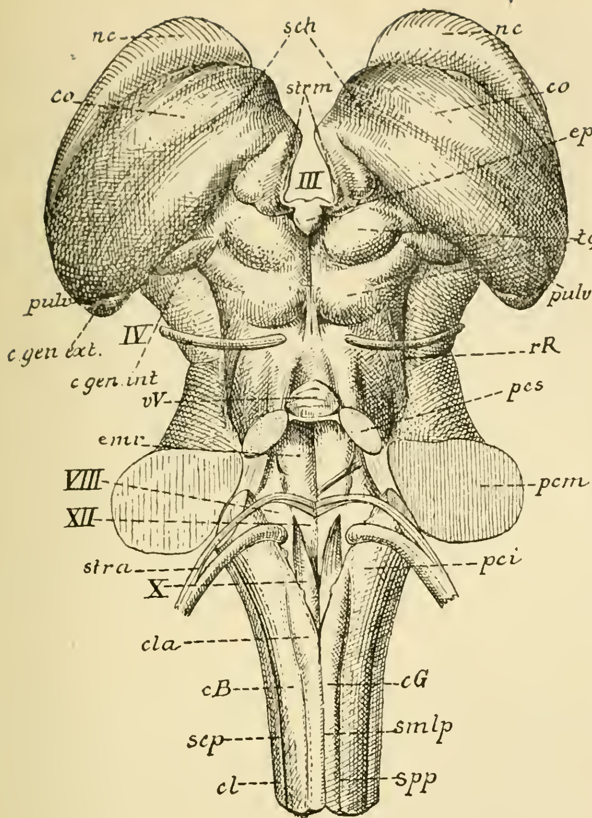


Fig. **28**.

Face postérieure du tronc cérébral. Gr. nat.

smlp : Fissure médiane postérieure.
spp : Sillon paramédian postérieur.
scp : Sillon collatéral postérieur.
cG : Cordon ou faisceau de Goll.
cB : Cordon ou faisceau de Burdach.
cl : Cordon latéral.
cla. : Clava.
pci : Pédoncule cérébelleux inférieur.
XII : Trigone de l'hypoglosse ou aile blanche interne.
X : Trigone du vague et du glosso-pharyngien ou aile grise.
VIII : Région acoustique ou aile blanche externe.
str. a. : Stries acoustiques ou médullaires.
pcm : Pédoncule cérébelleux moyen.
emr : Eminence ronde ou médiane.
pcs : Pédoncule cérébelleux supérieur.
v V : Valvule de Vieussens.
rR : Ruban de Reil.
IV : Nerf pathétique.
c. gen. int. : Corps genouillé interne.
c. gen. ext. : Corps genouillé externe.
pulv. : Pulvinar.
tq : Tubercules quadrijumeaux.
ep. : Epiphyse ou corps pinéal.
co : Couche optique.
sch : Sillon choroïdien.
nc : Noyau caudé.
strm : Strie médullaire de la couche optique.
III : Troisième ventricule.

longueur du rhombencéphale, fig. **27**, *IV*. Il communique en bas avec le canal central de la moelle épinière, *cc*, et se continue en haut avec l'*aqueduc de Sylvius* du cerveau moyen, *aq. S.*

Quand on met à découvert le plancher de ce ventricule (*fossa rhomboidea*) en enlevant le cervelet, fig. **28**, on constate qu'il a une forme losangique et qu'il est formé à la fois par la face postérieure des pédoncules cérébraux au niveau de l'isthme du rhombencéphale, par la face postérieure de la protubérance annulaire et par la face postérieure de la moelle allongée. La partie qui correspond à la moelle allongée constitue son triangle inférieur. Ce triangle est limité de chaque côté par un faisceau blanc très épais qui semble être la continuation directe du cordon postérieur de la moelle et qui se rend vers le cervelet. Ce faisceau porte le nom de *corps restiforme*

(*corpus restiforme*) ou *pedoncule cérébelleux inférieur*, *pci*. Au moment où les cordons postérieurs de la moelle semblent s'écarter l'un de l'autre pour devenir pédoncules cérébelleux inférieurs et limiter le triangle inférieur du plancher du quatrième ventricule, ils présentent un petit tubercule arrondi appelé *clava*, *cl*.

Les corps restiformes sont limités en dehors par le sillon collatéral postérieur d'où sortent, ainsi que nous l'avons dit plus haut, les filets radiculaires des nerfs glosso-pharyngien, pneumo-gastrique et spinal.

La surface triangulaire inférieure du plancher, limitée latéralement par les pédoncules cérébelleux inférieurs, est souvent désignée sous le nom de *calamus scriptorius*. Elle présente sur la ligne médiane une fissure longitudinale. Près de la base du calamus on voit partir de cette fissure quelques fins cordons blancs qui se dirigent plus ou moins horizontalement en dehors, contournent le pédoncule cérébelleux inférieur et se rendent au noyau accessoire du nerf acoustique. Ce sont les *stries acoustiques* ou *stries médullaires* (*striæ medullares*), *str. a.*.

De chaque côté de la fissure médiane, entre les stries acoustiques et le sommet ou *bec* du calamus, on aperçoit en allant de dedans en dehors :

1° Une surface triangulaire blanche à base supérieure et à sommet inférieur : l'*aile blanche interne*. A ce niveau on trouve dans la profondeur du bulbe les cellules d'origine des fibres du nerf hypoglosse; pour ce motif on désigne aussi cette aile blanche sous le nom de *trigone de l'hypoglosse* (*trigonum nervi hypoglossi*), *XII*. Ce trigone est limité en dehors par un sillon longitudinal qui se prolonge sur la face postérieure du pont de Varole : c'est le *sillon limitant du plancher du quatrième ventricule* (*sulcus limitans fossæ rhomboideæ*) séparant les masses grises motrices des masses grises sensitives.

2° Une surface triangulaire grise à base inférieure et à sommet supérieur : l'*aile grise* (*ala cinerea*). Cette aile grise représente le noyau terminal des fibres sensitives du nerf glosso-pharyngien et du nerf pneumogastrique, aussi appelle-t-on encore cette aile grise : *trigone du vague et du glosso-pharyngien*, *X*.

Au niveau de cette aile grise le plancher du quatrième ventricule est légèrement déprimé; cette dépression semble être, à première vue, une partie élargie du sillon limitant et est connue sous le nom de *fossette inférieure (fovea inferior)*.

3° Une petite surface triangulaire blanche à base supérieure appelée *aile blanche externe;* elle n'est que la partie inférieure d'une zone blanche plus volumineuse qui se prolonge sur la face postérieure de la protubé-

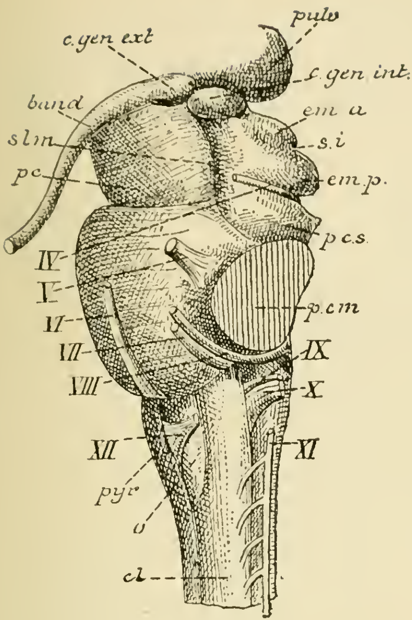


Fig. 29.

Tronc cérébral vu par sa face latérale. Gr. nat.

cl. : Cordon latéral.
pyr. : Pyramide antérieure.
XII : Filets radiculaires du nerf hypoglosse.
o. : Olive.
XI, X, IX : Filets radiculaires du nerf accessoire ou spinal, du nerf pneumogastrique et du nerf glosso-pharyngien.
VIII : Nerf acoustique.
VII : Nerf facial.
VI : Nerf oculo-moteur externe.
V : Nerf trijumeau.
IV : Nerf pathétique.
pcm : Pédoncule cérébelleux moyen.
pcs : Pédoncule cérébelleux supérieur
emp : Eminences postérieures,
ema : Eminences antérieures des tubercules quadrijumeaux.
si : Sillon interbrachial.
c.gen. int. : Corps genouillé interne.
pulv. : Pulvinar.
c.gen. ext. : Corps genouillé externe.
band. : Bandelette optique.
slm : Sillon latéral du mésencéphale.
pc : Pédoncule cérébral.

rance annulaire. Cette zone, croisée transversalement par les stries médullaires, constitue un des noyaux de terminaison du nerf acoustique; on l'appelle *région acoustique* (*area acustica*) *VIII*.

Sur ses faces latérales, FIG. **29**, la moelle allongée présente d'avant en arrière : les filets radiculaires de l'hypoglosse, *XII*, sortant du sillon collatéral antérieur; le faisceau latéral du bulbe large en bas et rétréci en haut où il est séparé du sillon collatéral antérieur par l'olive, *o*; puis le sillon collatéral postérieur séparant le faisceau latéral du corps restiforme et d'où sortent les filets radiculaires des nerfs glosso-pharyngien, *IX*, pneumo-gastrique, *X*, et spinal, *XI*.

La face postérieure de la moelle allongée se continue sans ligne de démarcation avec la face postérieure de la protubérance annulaire.

La face antérieure et les faces latérales de la moelle allongée sont séparées de la protubérance annulaire par un sillon horizontal plus ou moins profond d'où sortent : au-dessus de la pyramide, les filets d'origine du nerf oculo-moteur externe, *VI*; au-dessus du faisceau latéral, les filets du facial, *VII*, et, un peu en arrière, ceux du nerf acoustique, *VIII*.

Le métencéphale.

Le métencéphale est formé de deux parties nettement distinctes l'une de l'autre : la *protubérance annulaire* ou *pont de Varole* du côté antérieur et le *cervelet* du côté postérieur.

A. **Protubérance annulaire** ou *pont de Varole (pons Varolii)*.

La *protubérance annulaire* se présente sous la forme d'une bande transversale large et épaisse. C'est un volumineux faisceau de fibres

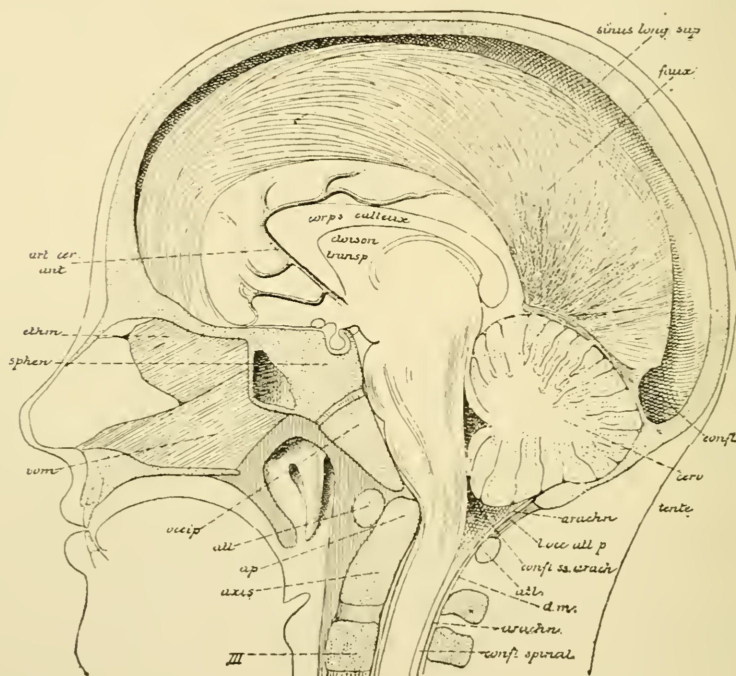


Fig. 30.

Section médiane faite à travers la tête d'un enfant âgé de six ans.

Gr. nat. 1/2.

confl. : Confluent des sinus.
cerv. : Cervelet.
arach. : Arachnoïde.
l. occ. atl. p. : Ligament occipito-atloïdien postérieur.
confl.ss.arach. : Confluent sous-arachnoïdien postérieur.
atl. : Atlas.
dm. : Dure-mère.
ap. : Apophyse odontoïde de l'axis.
II. : Corps de la troisième vertèbre cervicale.
art.cer.ant. : Artère cérébrale antérieure.
ethm. : Lame perpendiculaire de l'ethmoïde.
sphen. : Corps du sphénoïde.
vom. : Vomer.
occip. : Apophyse basilaire de l'occipital.

nerveuses à direction transversale. Elle est située au-devant du cervelet, au-dessus de la moelle allongée, au-dessous des pédoncules cérébraux

appartenant au cerveau moyen. Elle repose sur la partie supérieure de la gouttière basilaire, FIG. 30.

Latéralement cette bande transversale se rétrécit et s'arrondit, pour s'enfoncer dans les hémisphères du cervelet. Cette partie rétrécie prend

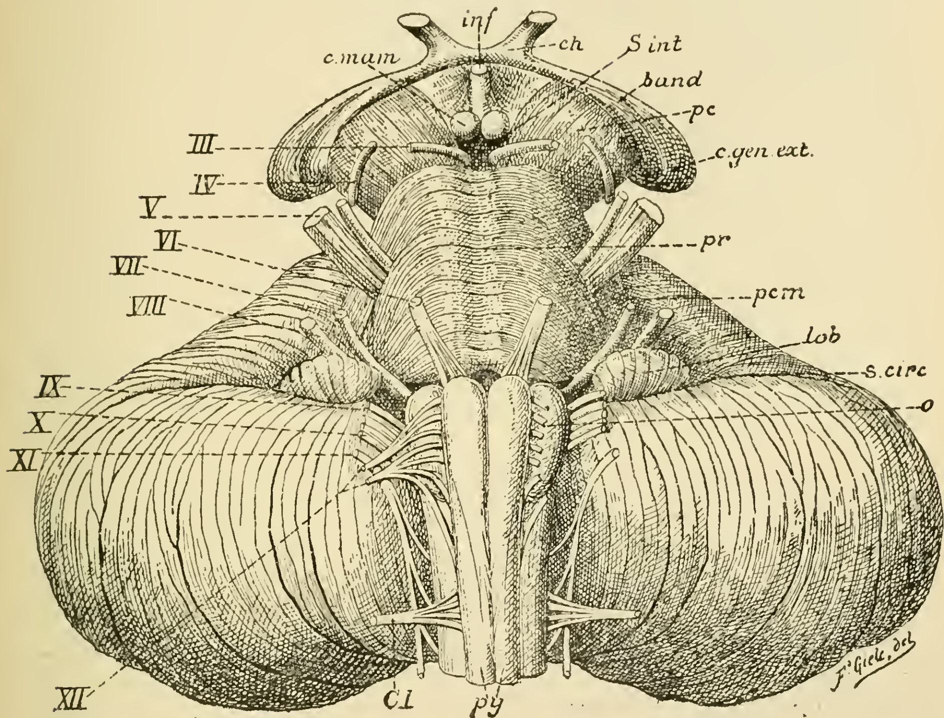


FIG. 31.

Face antérieure du tronc cérébral. Gr. nat.

c. mam. : Corps mamillaires.
inf. : Tige pituitaire.
ch. : Chiasma des nerfs optiques.
s. int. : Substance interpédonculaire.
band. : Bandelette optique.
pc. : Pédoncule cérébral.
c.gen.ext. : Corps genouillé externe.
pr. : Protubérance annulaire.
pcm. : Pédoncule cérébelleux moyen
lob. : Lobule du pneumo-gastrique (flocculus).
s. circ. : Sillon circonférenciel.
o. : Olive.
py. : Pyramides.
CI : Racine antérieure du premier nerf cervical.
III à *XII* : Origine des dix dernières paires de nerfs craniens.

le nom de *pédoncule cérébelleux moyen* ou *bras du pont* (*brachium pontis*), FIG. 31. La limite entre la protubérance annulaire et le pédoncule cérébelleux moyen est conventionnelle. On admet généralement comme telle les racines du *nerf trijumeau* émergeant sur les faces latérales de la protubérance, *V*. Ce nerf présente deux faisceaux d'origine : un faisceau externe

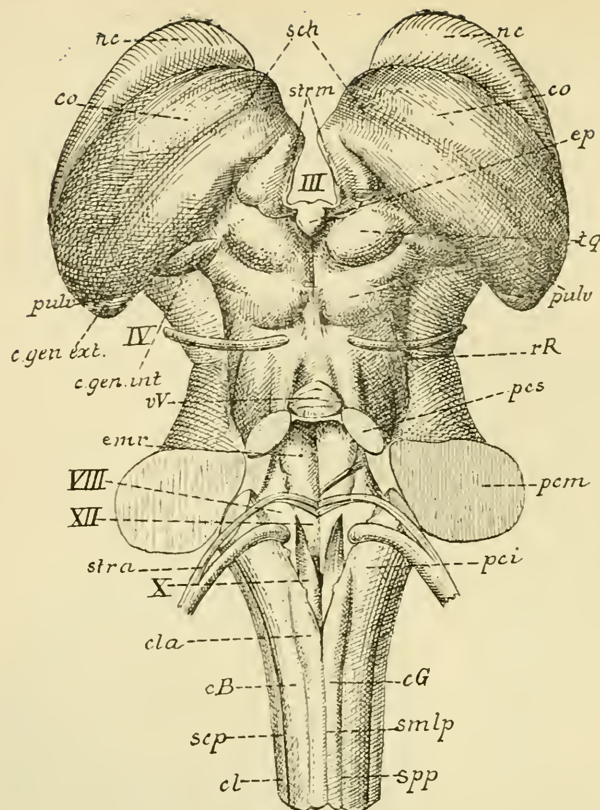


Fig. 32.
Face postérieure du tronc cérébral. Gr. nat.

smlp : Fissure médiane postérieure.
spp : Sillon paramédian postérieur.
scp : Sillon collatéral postérieur.
cG : Cordon ou faisceau de Goll.
cB : Cordon ou faisceau de Burdach.
cl : Cordon latéral.
cla. : Clava.
pci : Pédoncule cérébelleux inférieur.
XII : Trigone de l'hypoglosse ou aile blanche interne.
X : Trigone du vague et du glosso-pharyngien ou aile grise.
VIII : Région acoustique ou aile blanche externe.
str. a. : Stries acoustiques ou médullaires.
pcm : Pédoncule cérébelleux moyen.
emr : Eminence ronde ou médiane.
pcs : Pédoncule cérébelleux supérieur.
v V : Valvule de Vieussens.
rR : Ruban de Reil.
IV : Nerf pathétique.
c. gen. int. : Corps genouillé interne.
c. gen. ext. : Corps genouillé externe.
pulv. : Pulvinar.
tq : Tubercules quadrijumeaux.
ep. : Epiphyse ou corps pinéal.
co : Couche optique.
sch : Sillon choroïdien.
nc : Noyau caudé.
strm : Strie médullaire de la couche optique.
III : Troisième ventricule.

épais et volumineux qui constitue la racine sensitive et un faisceau interne beaucoup plus grêle qui forme la racine motrice.

Entre les deux nerfs trijumeaux, la face antérieure de la protubérance annulaire présente une gouttière médiane longitudinale le *sillon basilaire* (*sulcus basilaris*) correspondant au *tronc basilaire*. Ce tronc résulte de la réunion des deux artères vertébrales et monte entre la gouttière basilaire de la base du crâne et la face antérieure de la protubérance annulaire.

De chaque côté de la gouttière médiane, on voit une saillie longitudinale due au passage des fibres de la pyramide antérieure du bulbe à travers la protubérance.

La face postérieure de la protubérance annulaire se continue, sans ligne de démarcation précise, avec la face postérieure de la moelle

allongée et avec la partie supérieure du plancher du quatrième ventricule appartenant à l'isthme du rhombencéphale FIG. 32. Elle forme la partie moyenne ou partie intermédiaire du plancher du quatrième ventricule (*pars intermedia fossae rhomboideae*) comprise entre la section des deux pédoncules cérébelleux moyens. Cette partie intermédiaire unie à la partie supérieure dépendant de l'isthme du rhombencéphale (*pars superior fossae rhomboideae*) ou partie comprise entre les deux pédoncules cérébelleux supérieurs forme le triangle supérieur de ce plancher. Ce triangle est donc limité, de chaque côté, par la section du *pédoncule cérébelleux moyen* (*brachium pontis*), *pcm*, appartenant au métencéphale et le *pédoncule cérébelleux supérieur (brachium conjunctivum cerebelli)*, *pcs*, formant une partie constitutive de l'isthme du rhombencéphale. Sur la ligne médiane de ce triangle supérieur on voit une fissure longitudinale qui se continue avec celle de la face postérieure de la moelle allongée et, de chaque côté de cette fissure, on trouve une saillie oblongue à grand diamètre vertical : l'*éminence ronde* ou *éminence médiane* (*eminentia medialis*) se continuant sur la face postérieure du bulbe avec l'aile blanche interne ou trigone de l'hypoglosse. Cette éminence est limitée en dehors par un sillon longitudinal qui se continue avec un sillon semblable de la face postérieure du bulbe; c'est le *sillon limitant* du quatrième ventricule. Dans sa partie supérieure ce sillon s'élargit et se transforme en une petite dépression appelée la *fossette supérieure* (*fovea superior*). En dehors de ce sillon on rencontre l'extrémité supérieure de la région acoustique se continuant en bas avec l'aile blanche externe du myélencéphale.

Au-dessus de la fossette supérieure, se trouve une tache foncée grisâtre à contours mal définis appellée *locus cæruleus.*

B. Cervelet. Le *cervelet (cerebellum)* est une partie volumineuse de l'encéphale. Il est placé en arrière de la moelle allongée et de la protubérance annulaire, en dessous des lobes postérieurs du télencéphale dont il est séparé par un prolongement plus ou moins horizontal de la dure-mère cranienne appelé la *tente du cervelet (tentorium cerebelli)*, FIG. 30. Il occupe les fosses occipitales inférieures. Il a une forme ovalaire à grand diamètre transversal et est légèrement aplati de haut en bas.

On distingue au cervelet une face supérieure, une face inférieure et une face antérieure.

Examiné par sa face supérieure, FIG. 33, le cervelet présente une incisure profonde au milieu de son bord postérieur *(incisura cerebelli posterior)* et une incisure plus large et plus superficielle au milieu de son bord antérieur *(incisura cerebelli anterior).* Dans l'incisure postérieure

s'engage un repli vertical de la dure-mère cranienne appelé la *faux du cervelet* (*falx cerebelli*). Par son incisure antérieure, au contraire, le cervelet correspond à la partie postérieure du cerveau moyen. Entre ces deux incisures on trouve, sur la ligne médiane, une crête antéro-postérieure très saillante en avant et s'effaçant peu à peu en arrière. Cette crête, divisée en anneaux par un grand nombre de sillons transverses, a reçu le nom de *ver supérieur (vermis superior)*. Elle est séparée plus ou moins distinctement du reste du cervelet par deux sillons antéro-postérieurs incomplets, souvent même très peu marqués et forme

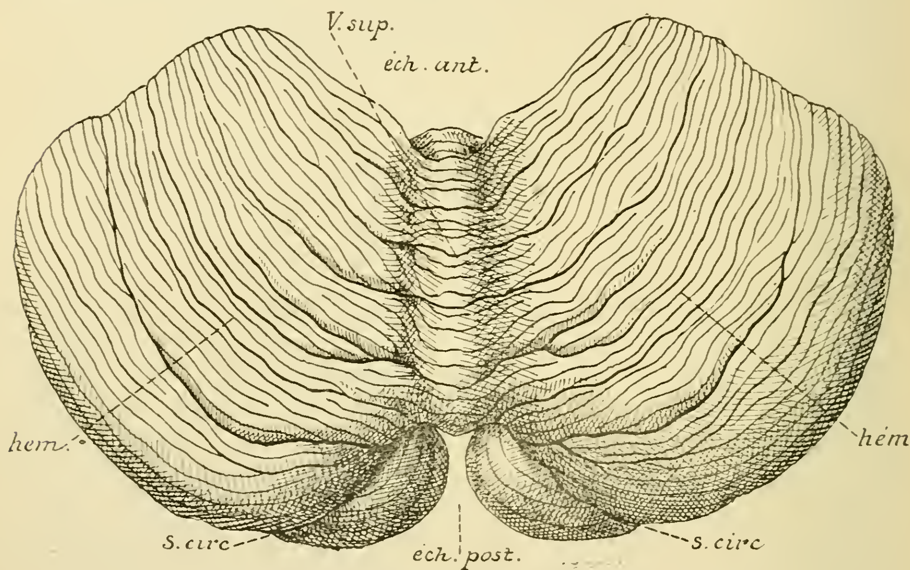


Fig. 33.

Cervelet vu par sa face supérieure. Gr. nat.

éch. ant. : Incisure antérieure.
éch. post. : Incisure postérieure.
v. sup. : Ver supérieur.
hém. : Hémisphères.
s. circ. : Partie du sillon circonférenciel.

la face supérieure de ce qu'on appelle le *lobe médian* ou le *ver* (*vermis*) du cervelet.

De chaque côté du lobe médian on tombe sur la face supérieure des *hémisphères* cérébelleux. Ces hémisphères sont parcourus par un grand nombre de sillons plus ou moins profonds, concentriques à l'incisure antérieure, divisant leur surface en lobules, en lames et en lamelles. Ces sillons donnent au cervelet un aspect lamelleux.

Pour examiner le cervelet par sa face inférieure, il suffit de sectionner la moelle allongée vers sa partie inférieure.

Cette face inférieure, FIG. 34, présente sur la ligne médiane un sillon profond antéro-postérieur : la *grande scissure médiane du cervelet*. Au fond de cette scissure on tombe sur la face inférieure du lobe médian divisé en anneaux par un grand nombre de sillons transverses, d'où le nom de *ver inférieur (vermis inferior)*. Ce lobe médian est séparé de la face inférieure des hémisphères par deux sillons antéro-postérieurs très profonds.

De chaque côté de la grande scissure médiane on trouve la face inférieure des hémisphères cérébelleux parcourue par un grand nombre de sillons plus ou moins profonds concentriques à l'incisure antérieure.

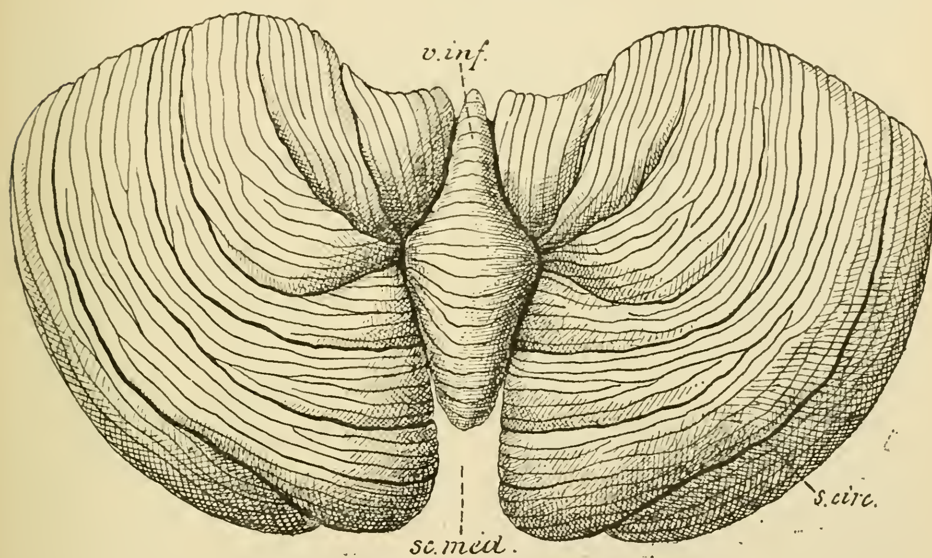


FIG. 34.

Cervelet vu par sa face inférieure. Gr. nat.

sc. méd. : Scissure médiane.
v. inf. : Ver inférieur ou face inférieure du lobe médian.
s. circ. : Partie du sillon cirfonférenciel.

Ces sillons divisent plus ou moins distinctement cette face en lobules, en lames et en lamelles.

Les sillons les plus profonds des deux faces du cervelet ainsi que les lobules qu'ils délimitent ont reçu des noms particuliers. Mais nos connaissances de la structure et surtout des fonctions du cervelet sont encore si incomplètes que, dans l'état actuel de la science, cette division et cette nomenclature n'ont guère d'importance. Le sillon le plus profond et le plus constant est le *grand sillon horizontal du cervelet (sulcus horizontalis cerebelli)*, appelé encore *sillon circonférentiel de Vicq d'Azyr*. Il commence, de chaque côté, au pédoncule cérébelleux moyen, contourne tout le

cervelet en longeant son bord postérieur et en empiétant un peu sur sa face inférieure; ce sillon divise l'organe en un lobe supérieur et un lobe inférieur.

Pour examiner le cervelet par sa face antérieure il faut le séparer des parties voisines et, pour cela, couper de bas en haut les pédoncules cérébelleux inférieurs qui le relient à la moelle allongée et à la moelle épinière, les pédoncules cérébelleux moyens qui l'unissent à la protubérance annulaire et les pédoncules cérébelleux supérieurs qui, partant du cervelet, s'enfoncent dans le cerveau moyen.

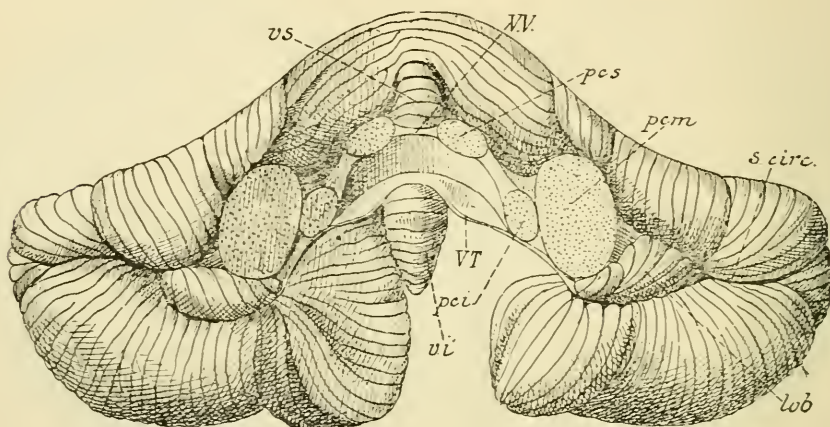


Fig. 35.

Cervelet vu par sa face antérieure. Gr. nat.

vs : Extrémité antérieure du ver supérieur.
vv : Valvule de Vieussens.
pcs : Section du pédoncule cérébelleux supérieur.
vi : Extrémité antérieure du ver inférieur.
pcm : Section du pédoncule cérébelleux moyen.
pci : Section du pédoncule cérébelleux inférieur.
vt : Valvule de Tarin.
lob. : Lobule du pneumo-gastrique.
s. circ. : Sillon circonférenciel.

Cette face antérieure ainsi mise à nu, fig. 35, présente, sur la ligne médiane et de haut en bas, l'extrémité antérieure du ver supérieur, *vs*, reposant sur une mince lamelle blanche : la *valvule de Vieussens (velum medullare anterius)*, *vv*, étendue transversalement entre les deux pédoncules cérébelleux supérieurs, *pcs*. Sous la valvule de Vieussens existe une partie déprimée, une espèce de cul-de-sac du quatrième ventricule, comprise entre la valvule et l'extrémité antérieure du ver inférieur, *vi*. En dessous de celui-ci apparaît la grande scissure médiane de la face inférieure.

De chaque côté de la ligne médiane on trouve la surface de section des pédoncules cérébelleux supérieurs, *pcs*, des pédoncules cérébelleux inférieurs, *pci*, et des pédoncules cérébelleux moyens, *pcm*. En dehors de ce dernier pédoncule commence le sillon circonférenciel de Vicq d'Azyr, *s. circ.*, séparant le lobe supérieur du cervelet du lobe inférieur. Près du pédoncule cérébelleux moyen, ce sillon est occupé par un petit lobule du cervelet nettement séparé des parties voisines et qu'on appelle : *lobule du pneumo-gastrique* (*flocculus*), *lob.* De l'extrémité interne de ce lobule part une mince lamelle blanche qui s'étend en dedans jusqu'à l'extrémité antérieure du ver inférieur, c'est la *valvule de Tarin* (*velum medullare posterius*).

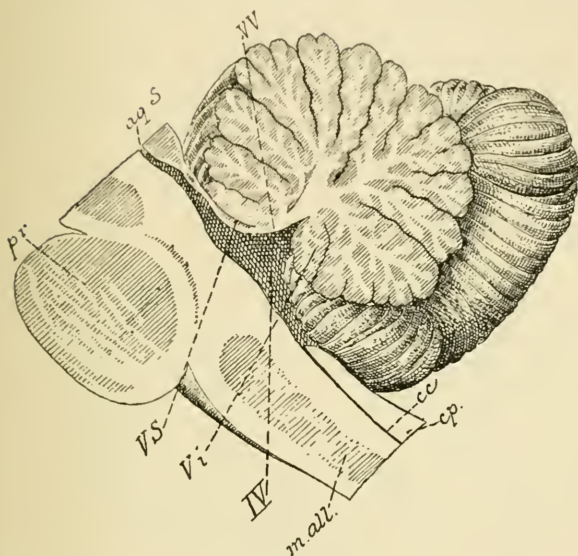


Fig. 36.

Coupe médiane à travers le rhombencéphale. Gr. nat.

pr : Protubérance annulaire.
m. all. : Moelle allongée.
aq. S. : Aqueduc de Sylvius.
VV : Valvule de Vieussens.
VS : Extrémité antérieure du ver supérieur.
Vi : Extrémité antérieure du ver inférieur.
IV : Quatrième ventricule.
cc : Canal central de la moelle épinière.
cp : Cordon postérieur.

L'extrémité antérieure du ver supérieur, *vs*, déborde un peu en avant l'extrémité correspondante du ver inférieur, *vi*. Cette disposition se montre de la façon la plus évidente sur une coupe médiane du rhombencéphale fig. 36. La partie antérieure du ver supérieur repose sur une mince lamelle blanche qui se continue avec la substance blanche centrale du cervelet : la valvule de Vieussens, *vv*. En dessous d'elle on voit la saillie que forme l'extrémité antérieure du ver inférieur et, entre celle-ci et la valvule de Vieussens, le cul-de-sac postérieur du quatrième ventricule.

L'isthme du rhombencéphale.

L'isthme du rhombencéphale est la partie de l'axe cérébro-spinal de l'adulte qui provient de la transformation de la partie supérieure de la

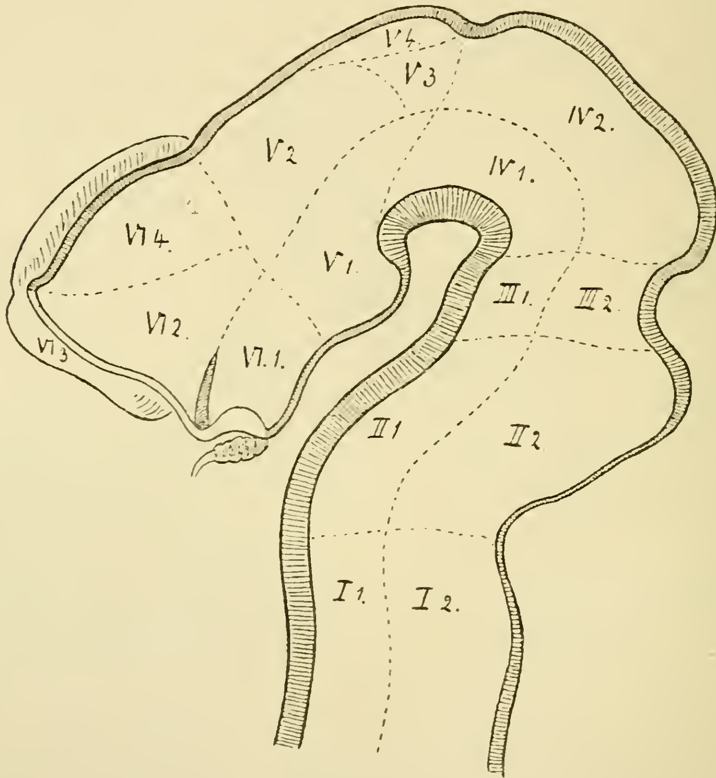


Fig. 37.

Coupe médiane de l'encéphale d'un embryon humain âgé d'environ un mois (d'après W. His).

I. **Myelencephalon :**

I_1. Partie ventrale.

I_2. Partie dorsale.

II. **Metencephalon :**

II_1. Pont de Varole.

II_2. Cervelet.

III. **Isthmus rhombencephali :**

III_1. Pédoncules cérébraux.

III_2. Pédoncules cérébelleux supérieurs et valvule de Vieussens.

IV. **Mesencephalon :**

IV_1. Pédoncules cérébraux.

IV_2. Tubercules quadrijumeaux.

V. **Diencephalon :**

V_1. Partie mamillaire de l'hypothalamus.

V_2. Thalamus.

V_3. Métathalamus.

V_4. Epithalamus.

VI. **Telencephalon :**

VI_1. Partie optique de l'hypothalamus.

V_2. Corps strié.

V_3. Rhinencephalon.

V_4. Pallium.

vésicule cérébrale primitive postérieure ou *rhombencephalon*. Il est compris entre le mésencéphale qui est au-dessus et le métencéphale ou cerveau postérieur qui est situé en-dessous, FIG. 37. Cet isthme a été séparé des parties voisines et considéré comme un segment ou anneau nerveux distinct par His. Nettement séparé du métencéphale et du mésencéphale pendant les premiers temps du développement embryologique, l'isthme du rhombencéphale présente des limites peu précises chez

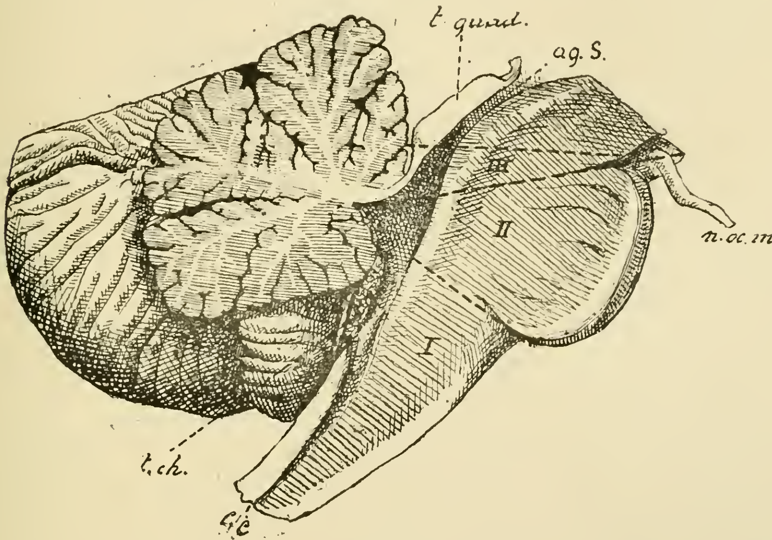


FIG. 38.
Section médiane du rhombencéphale. Gr. nat.

I : Myélencéphale.
II : Métencéphale.
III : Isthme du rhombencéphale.
c. c. : Canal central.
t. ch. : Toile choroïdienne.
n. oc. m. : Nerf oculo-moteur commun
aq. S. : Aqueduc de SYLVIUS.
t. quad. : Tubercules quadrijumeaux.

l'adulte, FIG. 38. Chez l'embryon cet isthme est formé nettement d'une partie dorsale et d'une partie ventrale. La partie dorsale, constituée par la valvule de VIEUSSENS et par les pédoncules cérébelleux supérieurs, se retrouve facilement chez l'adule. La partie ventrale, au contraire, c'est-à-dire la partie des pédoncules cérébraux comprenant les noyaux d'origine des nerfs pathétiques et le ganglion interpédonculaire, se fusionne chez l'adulte, avec la partie correspondante du cerveau moyen; nous la décrirons avec le mésencéphale. Il nous reste donc à étudier les *pédoncules cérébelleux supérieurs* et la *valvule de Vieussens*.

Les *pédoncules cérébelleux supérieurs* (*brachia conjonctiva cerebelli*)

sortent des hémisphères cérébelleux sous la forme de deux cordons blancs. Ceux-ci se dirigent obliquement en haut et en dedans en se rapprochant insensiblement l'un de l'autre et en limitant latéralement la partie supérieure du plancher du quatrième ventricule. Arrivés au mésencéphale, ces pédoncules s'enfoncent sous les éminences postérieures des tubercules quadrijumaux, FIG. 39.

La *valvule de Vieussens (velum medullare anterius)* est une mince lamelle blanche de forme triangulaire étendue entre les deux pédoncules cérébelleux supérieurs. Sa face postérieure est recouverte par l'extrémité antérieure du ver supérieur du cervelet, sa face antérieure forme la voûte ou le toit de la partie supérieure du quatrième ventricule. Son extrémité supérieure arrive jusqu'au cerveau moyen et se trouve reliée à ce dernier par deux minces filets blancs étendus entre la valvule de Vieussens et les éminences postérieures des tubercules quadrijumeaux; ces filets blancs sont connus sous le nom de *frein de la valvule de Vieussens (frenulum veli medullaris anterioris)*. Le bord inférieur de la valvule se continue avec la substance blanche du cervelet immédiatement au-dessus de l'extrémité antérieure du ver inférieur, ses bords latéraux se continuent avec les pédoncules cérébelleux voisins.

Sur le bord latéral de cette valvule, près de son extrémité supérieure on voit sortir du tronc cérébral un mince filet nerveux : le *nerf pathétique* ou quatrième paire des nerfs craniens, *IV*.

Les pédoncules cérébelleux supérieurs sont séparés des pédoncules cérébelleux moyens par un sillon oblique qui se continue en haut avec le sillon latéral du mésencéphale. De ce sillon oblique on voit sortir une mince lamelle blanche; celle-ci contourne de dehors en dedans le pédoncule cérébelleux supérieur pour pénétrer dans les éminences postérieures des tubercules quadrijumeaux. Elle est connue sous le nom de *ruban de Reil (lemniscus lateralis)*. Nous verrons plus tard que les fibres constitutives de ce ruban de Reil appartiennent à la *voie acoustique centrale* reliant les masses grises de la moelle allongée dans lesquelles se terminent les fibres acoustiques périphériques avec les masses grises des tubercules quadrijumeaux.

Quand on enlève la valvule de Vieussens on tombe dans la partie supérieure du quatrième ventricule dont la cavité va en se rétrécissant de bas en haut pour se continuer, au niveau des tubercules quadrijumeaux inférieurs, avec l'aqueduc de Sylvius du mésencéphale.

Le quatrième ventricule au niveau de l'isthme du rhombencéphale se trouve donc limité : en arrière, par la face antérieure de la valvule

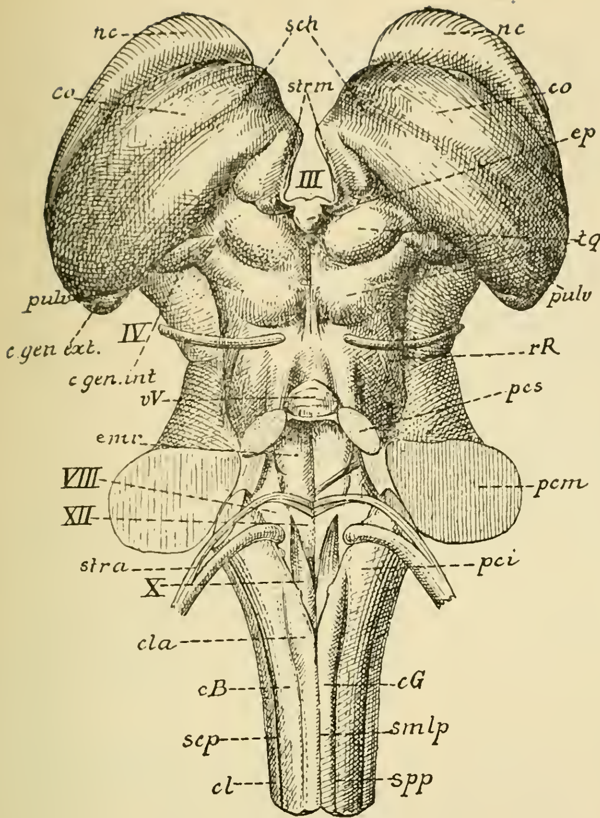


Fig. 39.

Face postérieure du tronc cérébral. Gr. nat.

smlp : Fissure médiane postérieure.
spp : Sillon paramédian postérieur.
scp : Sillon collatéral postérieur.
cG : Cordon ou faisceau de Goll.
cB : Cordon ou faisceau de Burdach.
cl : Cordon latéral.
cla. : Clava.
pci : Pédoncule cérébelleux inférieur.
XII : Trigone de l'hypoglosse ou aile blanche interne.
X : Trigone du vague et du glosso-pharyngien ou aile grise.
VIII : Région acoustique ou aile blanche externe.
str. a. : Stries acoustiques ou médullaires.
pcm : Pédoncule cérébelleux moyen.
emr : Eminence ronde ou médiane.
pcs : Pédoncule cérébelleux supérieur.
v V : Valvule de Vieussens.
rR : Ruban de Reil.
IV : Nerf pathétique.
c. gen. int. : Corps genouillé interne.
c. gen. ext. : Corps genouillé externe.
pulv. : Pulvinar.
tq : Tubercules quadrijumeaux.
ep. : Epiphyse ou corps pinéal.
co : Couche optique.
sch : Sillon choroïdien.
nc : Noyau caudé.
strm : Strie médullaire de la couche optique.
III : Troisième ventricule.

de Vieussens ; latéralement, par la face interne des pédoncules cérébelleux supérieurs et, en avant, par la partie inférieure de la face postérieure des pédoncules cérébraux présentant l'extrémité supérieure de l'éminence ronde, la fossette supérieure et le *locus cœruleus.*

Littérature.

Pfitzner : *Ueber Wachsthumbeziehungen zwischen Rückenmark und Wirbelkanal;* Morphologisches Jahrbuch, Bd. 9, 1884. — W. His : *Vorschläge zur Eintheilung des Gehirns;* Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abtheilung, 1893, pp. 172-179. — W. His : *Die anatomische Nomenclatur;* Ibid., 1895, Supplement Band.

TROISIÈME LEÇON

Le quatrième ventricule. Le cerveau moyen ou mésencéphale. Le cerveau intermédiaire ou diencéphale.

Le quatrième ventricule.

Nous avons étudié, dans la dernière leçon, la conformation extérieure du myélencéphale, du métencéphale et de l'isthme du rhombencéphale, c'est-à-dire de toutes les parties de l'axe nerveux qui proviennent de la transformation de la troisième vésicule cérébrale primitive et qui, chez l'adulte, forment la partie de l'encéphale que l'on désigne sous le nom de *rhombencephalon.*

Entre le cervelet et la valvule de Vieussens d'une part, la moelle allongée, la protubérance annulaire et la partie inférieure des pédoncules cérébraux d'autre part, existe une partie élargie du canal neural primitif qui constitue le *quatrième ventricule (ventriculus quartus)* fig. 40, *IV*. Ce ventricule se continue en avant avec l'*aqueduc de Sylvius* du cerveau moyen, *aq*; il communique en arrière avec le canal central de la moelle épinière que nous décrirons plus tard.

On distingue au quatrième ventricule une face antérieure et un peu inférieure ou *plancher (fossa rhomboidea)* et une face postérieure et quelque peu supérieure, la *voûte* ou le *toit (tegmen ventriculi quarti).* Le plancher du quatrième ventricule est formé par la partie de la face postérieure des pédoncules cérébraux qui appartient à l'isthme du rhombencéphale, par la face postérieure de la protubérance annulaire et une partie de la face postérieure de la moelle allongée. Le toit semble constitué uniquement par la face antérieure de la valvule de Vieussens et la face antérieure du cervelet. Pour mettre le plancher à nu, il faut enlever le cervelet avec la valvule de Vieussens et, pour cela, sectionner les cordons blancs qui relient cet organe aux parties voisines, à savoir : les pédoncules cérébelleux supérieurs, les pédoncules cérébelleux moyens et les pédoncules cérébelleux inférieurs.

Ainsi mis à nu, le plancher du quatrième ventricule présente une forme losangique à grand diamètre vertical, FIG. **41**. On le divise en trois parties par deux lignes horizontales passant au niveau du bord supérieur et du bord inférieur des pédoncules cérébelleux moyens.

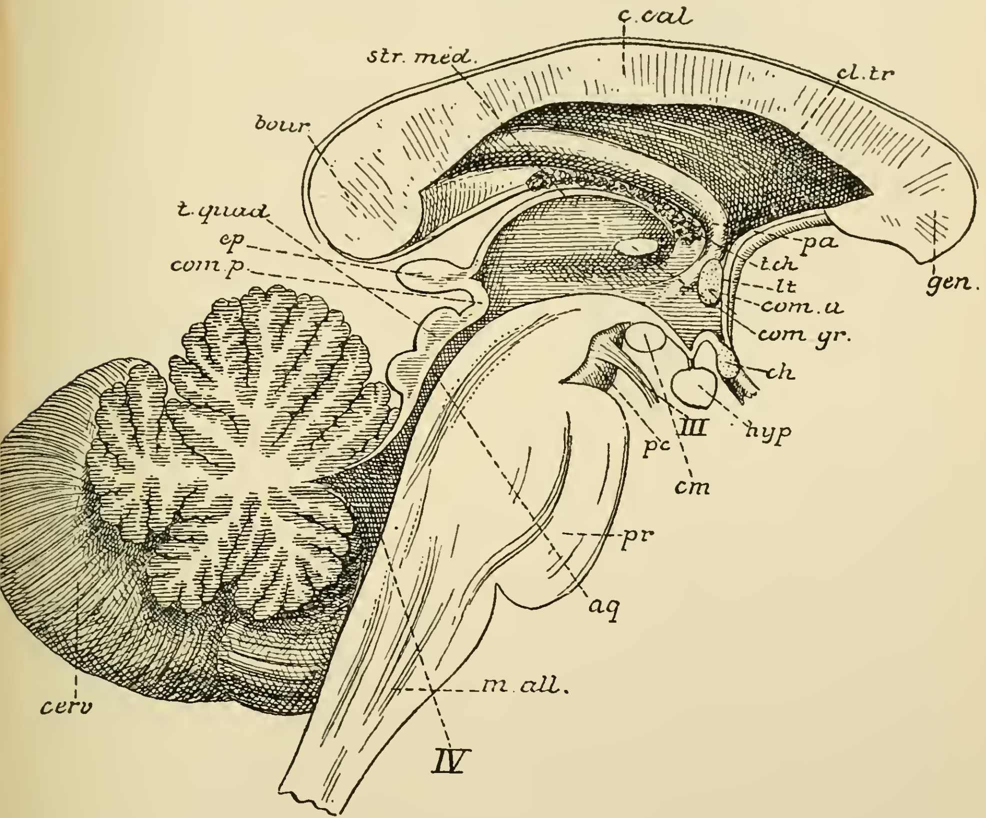


FIG. **40**.

Coupe médiane du tronc cérébral. Gr. nat.

m. all. : Moelle allongée.
pr. : Protubérance annulaire.
cerv. : Cervelet.
IV: Quatrième ventricule.
aq. : Aqueduc de SYLVIUS.
t. quad. : Tubercules quadrijumeaux.
p.c. : Pédoncule cérébral.
III : Nerf oculo-moteur commun.
com. p. : Commissure postérieure.
ep. : Epiphyse ou corps pinéal.
cm : Corps mamillaires.
hyp. : Hypophyse.

ch. : Chiasma ders nerfs optiques.
com. gr. : Commissure grise.
com. a. : Commissure antérieure.
lt : Lame terminale.
t. ch. : Toile choroïdienne.
pa : Piliers antérieurs de la voûte.
gen. : Genou du corps calleux.
cl. tr. : Cloison transparente.
c. cal. : Corps calleux.
str. méd. : Strie médullaire de la couche optique.
bour. : Bourrelet du corps calleux.

La *partie supérieure du plancher (pars superior fossae rhomboideae), III*, appartient à l'isthme du rhombencéphale; elle a une forme triangulaire à base inférieure et se trouve limitée, de chaque côté, par le pédoncule cérébelleux supérieur, *pcs*.

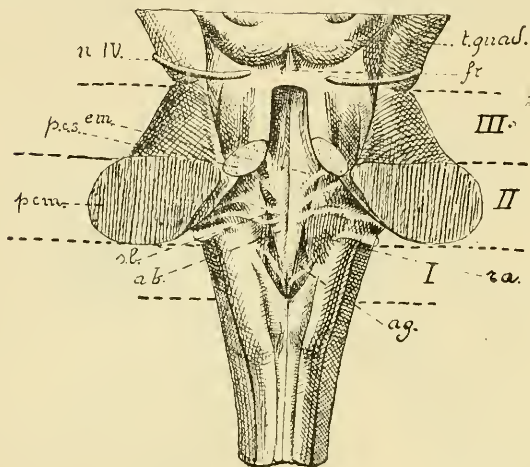


Fig. 41.

Plancher du quatrième ventricule. Gr. nat.

I : Partie inférieure.
II : Partie intermédiaire.
III : Partie supérieure.
a. b. : Aile blanche interne.
a. g. : Aile grise.
r. a. : Région acoustique.
t. quad. : Tubercules quadrijumeaux.
s. l. : Sillon limitant.
p. c. m. : Pédoncule cérébelleux moyen.
p. c. s. : Pédoncule cérébelleux supérieur.
e. m. : Eminence médiane.
IV : Nerf pathétique

La *partie moyenne* ou *partie intermédiaire du plancher (pars intermedia fossae rhomboideae), II*, correspond à la face postérieure de la protubérance annulaire; elle a comme limite latérale la section du pédoncule cérébelleux moyen, *pcm*.

La *partie inférieure du plancher (pars inferior fossae rhomboideae), I*, appartient à la moelle allongée; elle a une forme triangulaire à base supérieure et elle est longée, de chaque côté, par le corps restiforme ou pédoncule cérébelleux inférieur, *pci*.

L'extrémité supérieure du plancher se continue avec l'aqueduc de Sylvius et l'extrémité inférieure avec le canal central de la moelle épinière.

Nous avons vu les particularités que présente ce plancher et que nous résumons en quelques mots. Sur la ligne médiane existe une fissure longitudinale correspondant à la grande diagonale du losange et s'étendant de l'angle inférieur à l'angle supérieur. A la limite de la protubérance et du bulbe, on voit les fins cordons blancs à direction transversale connus sous le nom de *stries acoustiques* ou *stries médullaires, str. a.* La partie inférieure présente de dedans en dehors : le trigone de l'hypoglosse, *a. b.*, le sillon limitant avec la fossette inférieure, *s. l.*, le trigone du vague et du glosso-pharyngien, *a. g.*, et la partie inférieure de la région

acoustique *(area acustica)*, *r. a.* Au niveau de la partie intermédiaire et de la partie supérieure on trouve les éminences rondes ou éminences médianes, *em.*, le sillon limitant avec la fossette supérieure, la partie supérieure de la région acoustique et le *locus cæruleus.*

Dans la partie supérieure, au niveau de l'isthme du rhombencéphale, le *toit* du quatrième ventricule est formé par la face antérieure de la *valvule de Vieussens*, *vV*, FIG. 40.

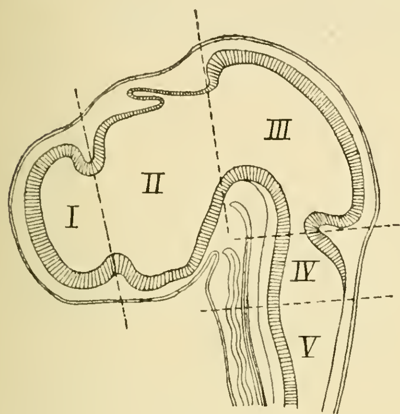


FIG. 42.

Coupe médiane à travers la tête d'un embryon de poulet de 4 $1/2$ jours (d'après MIHALKOVICS). Grossie 14 fois.

I : Cerveau terminal, dont la cavité va devenir celle des deux ventricules latéraux.
II : Cerveau intermédiaire avec le troisième ventricule et l'épiphyse.
III: Cerveau moyen avec l'aqueduc de Sylvius.
IV: Cerveau postérieur comprenant l'isthme du rhombencéphale et le métencéphale : la partie ventrale va devenir la protubérance annulaire, la partie dorsale se transformera en valvule de VIEUSSENS et en cervelet.
V: Myélencéphale dont la partie ventrale se transformera en moelle allongée, tandis que la partie dorsale, considérablement amincie et réduite à l'épithélium épendymaire, formera le revêtement épithélial de la toile choroïdienne. La cavité commune à toutes les parties provenant du *rhombencephalon* devient le quatrième ventricule.

Comme voûte de la partie intermédiaire et de la partie inférieure du quatrième ventricule on trouve, entre la face antérieure du cervelet et la face postérieure de la protubérance annulaire unie à la face postérieure de la moelle allongée, en soulevant doucement le bord postérieur du cervelet, une membrane triangulaire à base supérieure et à sommet inférieur appelée la *toile choroïdienne* du quatrième ventricule (*tela chorioidea ventriculi quarti*), FIG. 46. Cette membrane est une dépendance de la *pie-mère*, enveloppe conjonctive recouvrant intimement la face externe de tout l'axe cérébro-spinal. La face profonde de cette membrane triangulaire est tapissée par un revêtement épithélial (*lamina chorioidea epithelialis*) qui représente la partie amincie du toit primitif et qui fait suite : en avant, à l'extrémité antérieure du ver inférieur et au bord antérieur libre de la valvule de TARIN; latéralement, à l'épithélium qui recouvre les bords internes libres des pédoncules cérébelleux inférieurs; en arrière, à l'épithélium du canal central de la moelle épinière.

Pour bien faire comprendre la constitution de cette voûte, rappelons que le quatrième ventricule n'est, embryologiquement, qu'une partie élargie

du canal neural primitif, FIG. 42. Au niveau du métencéphale la paroi postérieure de cette partie élargie s'épaissit considérablement et se transforme en cervelet, FIG. 43 et 44. La valvule de VIEUSSENS représente

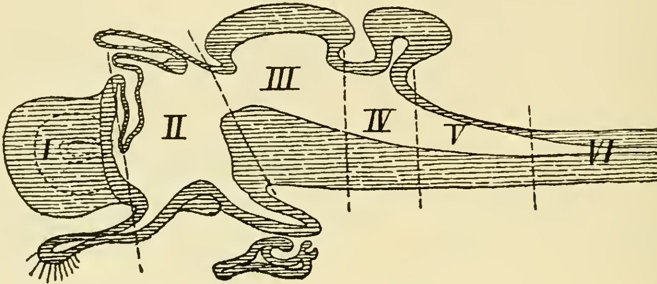


FIG. 43.

Coupe schématique de l'encéphale d'un vertébré (d'après EDINGER).

I : Télencéphale.
II : Diencéphale avec le nerf optique et l'hypophyse en bas, la toile choroïdienne, la commissure postérieure et l'épiphyse en haut.
III : Mésencéphale.
IV : Cerveau postérieur comprenant l'isthme du rhombencéphale et le métencéphale.
V : Myélencéphale.
VI : Partie de la moelle épinière.

la paroi postérieure de ce canal au niveau de l'isthme du rhombencéphale. Le long de la partie supérieure de la moelle allongée, la voûte primitive s'amincit, au contraire, considérablement et prend le nom de *membrane obturatrice* qui lui a été donné par KÖLLIKER.

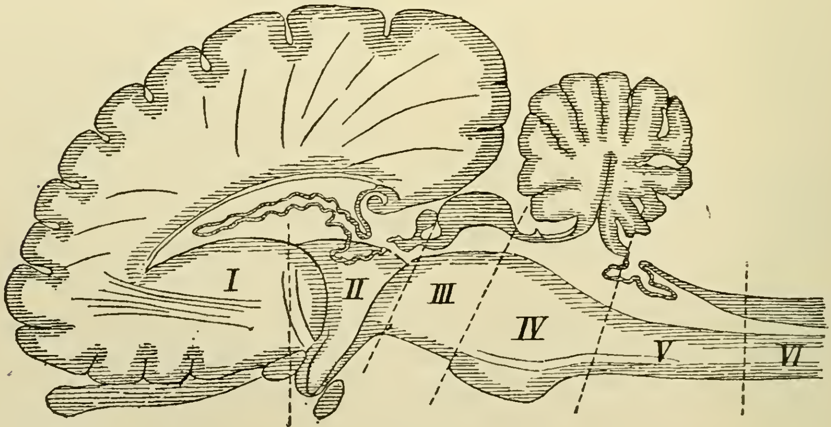


FIG. 44.

Coupe schématique de l'encéphale d'un mammifère (d'après EDINGER).

I : Télencéphale.
II : Diencéphale.
III : Mésencéphale.
IV : Cerveau postérieur comprenant l'isthme du rhombencéphale et le métencéphale.
V : Myélencéphale.
VI : Partie cervicale de la moelle épinière.

Réduite, sur la ligne médiane, au simple revêtement épithélial qui tapisse toute l'étendue du canal central, cette voûte est plus épaisse sur les côtés où elle se continue insensiblement avec les parties latérales du bulbe. Cette voûte amincie est recouverte par la pie-mère. Celle-ci, en se développant, repousse devant elle la membrane obturatrice dans la cavité ventriculaire jusqu'au niveau des stries acoustiques, FIG. 44. C'est cette partie réfléchie de la pie-mère, recouverte par l'épithélium du canal central ou *épithélium épendymaire*, qui constitue la *toile choroïdienne*. Dans l'épaisseur de la pie-mère se développe, de chaque côté de la ligne médiane, une série de houppes vasculaires formées d'artérioles pelotonnées qui forment les *plexus choroïdes médians*, FIG. 45, *pl. ch. méd.* Arrivés près du bord antérieur de la toile choroïdienne ces deux plexus s'écartent transversalement l'un de l'autre et s'étendent jusqu'en dessous du lobule dn pneumo-gastrique du cervelet, entre ce lobule et les fibres radiculaires du nerf pneumo-gastrique, où ils deviennent apparents sur la face antérieure du tronc cérébral et où ils se réunissent avec d'autres houppes vasculaires qui longent le bord antérieur de la toile. Cette double série transversale de houppes vasculaires constitue de chaque côté le *plexus choroïde latéral*, *pl. ch. lat.*, FIG. 45.

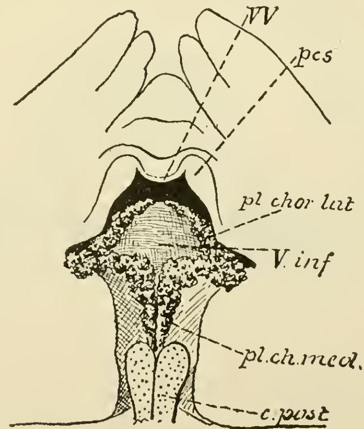


FIG. 45.
Toile choroïdienne du quatrième ventricule vue par sa face inférieure. Gr. nat.

v V : Valvule de VIEUSSENS.
pcs : Pédoncules cérébelleux supérieurs.
V. inf. : Extrémité antérieure du ver inférieur.
pl. chor. lat. : Plexus choroïde latéral.
pl. ch. méd. : Plexus choroïde médian.
c. port. : Cordons postérieurs légèrement entamés.

Le quatrième ventricule, interposé entre l'aqueduc de SYLVIUS et le canal central de la moelle épinière, constitue primitivement une cavité close sans communication avec les espaces sous-arachnoïdiens. Après la naissance il n'en est plus ainsi. Quand on écarte doucement la moelle allongée de la face antérieure du cervelet en détruisant les quelques filaments conjonctifs étendus entre ces deux organes, on voit que la toile choroïdienne, qui ferme en arrière le quatrième ventricule, est percée d'un orifice assez étendu et à contours irréguliers, FIG. 46; c'est le *trou de Magendie (foramen Magendii* ou *apertura medialis ventriculi quarti)* qui fait communiquer le quatrième ventricule avec le *confluent*

sous-arachnoïdien postérieur, cavité sous-arachnoïdienne comprise à ce niveau entre l'arachnoïde et la pie-mère. Un autre orifice existe, au niveau de chaque angle latéral du ventricule, en dessous du pédoncule cérébelleux moyen *(apertura lateralis ventriculi quarti)* et donne passage à une partie des plexus choroïdes latéraux; il fait communiquer également le quatrième ventricule avec les cavités sous-arachnoïdiennes (Key le Retzius).

Nous avons déjà dit que le cervelet est relié aux parties voisines du tronc cérébral par trois paires de cordons blancs appelés *pédoncules*.

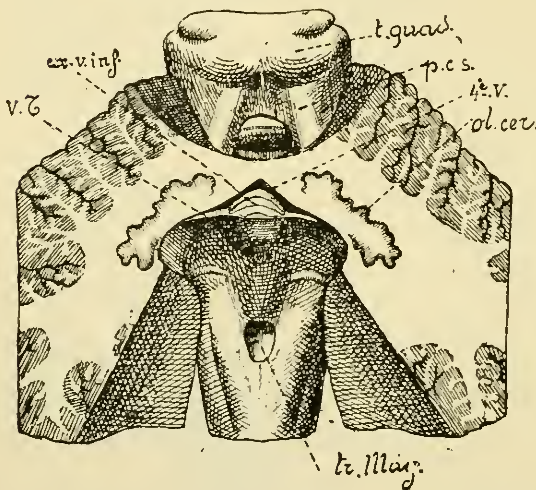


Fig. 46.

Vue de la face postérieure de la moelle allongée recouverte par la toile choroïdienne. Gr. nat.

t. quad. : Tubercules quadrijumeaux.
p.c.s. : Pédoncules cérébelleux supérieurs.
ol. cér. : Olive cérébelleuse.
4e v. : Quatrième ventricule.
ex. v. inf. : Extrémité antérieure du ver inférieur.
v. T. : Valvule de Tarin.
tr. M. : Trou de Magendie.

Les *pédoncules cérébelleux inférieurs* ou *corps restiformes* viennent de la moelle épinière et du bulbe. Macroscopiquement ils semblent représenter la continuation des cordons postérieurs de la moelle épinière. Nous avons vu que ces cordons s'écartent l'un de l'autre au niveau de l'extrémité inférieure du plancher du quatrième ventricule, qu'ils limitent la partie inférieure de ce plancher, puis s'enfoncent dans le cervelet. Pour les rendre apparents il suffit de soulever un peu en haut le bord postérieur du cervelet et d'enlever la toile choroïdienne du quatrième ventricule.

Les *pédoncules cérébelleux moyens* appelés encore *bras du pont (brachia pontis)* relient les hémisphères du cervelet à la protubérance annulaire. Ils apparaissent nettement sur une vue latérale du tronc cérébral.

Les *pédoncules cérébelleux supérieurs (brachia conjunctiva cerebelli)* unissent le cervelet au cerveau moyen. Ce sont deux cordons blancs qui sortent de l'incisure antérieure du cervelet un peu au-dessus des pédoncules cérébelleux moyens. Ils se dirigent alors en haut et en dedans,

se rapprochent insensiblement l'un de l'autre et forment les limites latérales de la partie supérieure du plancher du quatrième ventricule. Ils sont unis l'un à l'autre par la valvule de Vieussens. Arrivés au cerveau moyen, ils s'enfoncent sous les éminences postérieures des tubercules quadrijumeaux. Pour les voir il suffit de relever un peu en arrière l'extrémité antérieure du ver supérieur du cervelet, ou mieux d'enlever le cervelet en sectionnant les trois paires de pédoncules.

Le mésencéphale.

Le cerveau moyen ou mésencéphale est la partie de l'encéphale comprise entre le cerveau intermédiaire ou diencéphale placé en haut et en avant et l'isthme du rhombencéphale situé en bas et un peu en arrière. Il provient de la transformation de la deuxième vésicule cérébrale primitive. On le désigne encore sous le nom de région des pédoncules cérébraux et des tubercules quadrijumeaux.

Quand on examine un tronc cérébral par sa face antérieure, fig. 47, on voit, au-dessus de la protubérance annulaire, deux cordons blancs larges et volumineux sortir de cette protubérance, un peu en arrière de son bord supérieur. Ils se dirigent obliquement en haut, en avant et en dehors en s'écartant angulairement l'un de l'autre et, après un trajet d'environ 15 millimètres, ils disparaissent à la face inférieure du diencéphale uni au télencéphale. Ces cordons blancs portent le nom de *pédoncules cérébraux* (*pedunculi cerebri*), *pc*.

Les pédoncules cérébraux laissent entre eux un espace triangulaire à base supérieure nommé *espace*, *trigone* ou *fosse interpédonculaire* (*fossa interpeduncularis*). Cette fosse est fermée par une lame de substance grise formant une partie du plancher du troisième ventricule appartenant au cerveau intermédiaire. Cette lame grise, traversée par un grand nombre d'orifices pour le passage de vaisseaux sanguins, porte le nom de *lame* ou *substance perforée postérieure* (*substantia perforata posterior*), *S. int.*

Au point de réunion de la face interne du pédoncule cérébral avec la substance perforée postérieure existe un sillon longitudinal (*sulcus nervi oculomotorii*) d'où sortent un grand nombre de filets radiculaires qui se réunissent bientôt pour former le tronc du *nerf oculo-moteur commun, III.*

Examiné par sa face postérieure, fig. 48, le tronc cérébral présente immédiatement au-dessus de l'incisure antérieure du cervelet quatre éminences arrondies en forme de mamelons, deux supérieures et deux inférieures, qui

constituent les *tubercules quadrijumeaux* (*corpora quadrijemina*), *t. quad.* Les éminences inférieures sont un peu plus petites que les supérieures. Elles sont séparées l'une de l'autre par un sillon crucial : le sillon antéro-postérieur commence par une partie élargie au-devant des tubercules

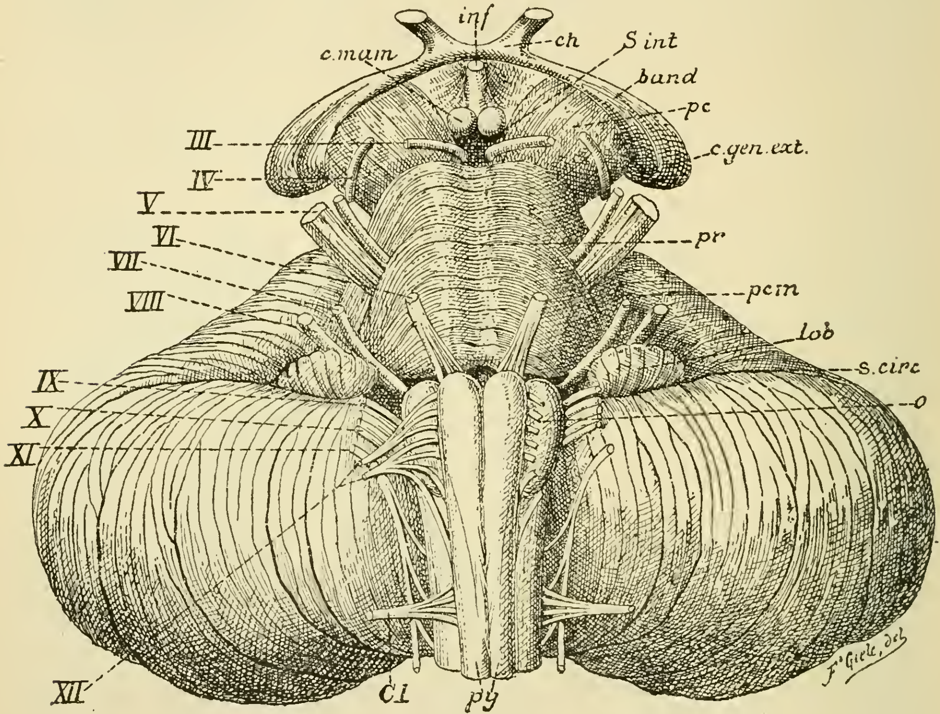


Fig. **47.**

Face antérieure du tronc cérébral. Gr. nat.

c. mam. : Corps mamillaires.
inf. : Tige pituitaire.
ch. : Chiasma des nerfs optiques.
s. int. : Substance interpédonculaire.
band. : Bandelette optique.
pc. : Pédoncule cérébral.
c.gen.ext. : Corps genouillé externe.
pr. : Protubérance annulaire.
pcm. : Pédoncule cérébelleux moyen
lob. : Lobule du pneumo-gastrique (flocculus).
s. circ. : Sillon circonférenciel.
o. : Olive.
py. : Pyramides.
CI : Racine antérieure du premier nerf cervical.
III à *XII* : Origine des dix dernières paires de nerfs craniens.

supérieurs, en dessous d'un petit prolongement appartenant au cerveau intermédiaire et appelé la *glande pinéale*, le *corps pinéal* ou *épiphyse*, *ep.*; il se termine en dessous des tubercules inférieurs sur la face postérieure de la valvule de Vieussens. Dans sa partie inférieure ce sillon est limité de chaque côté par un mince cordon blanc étendu entre les émi-

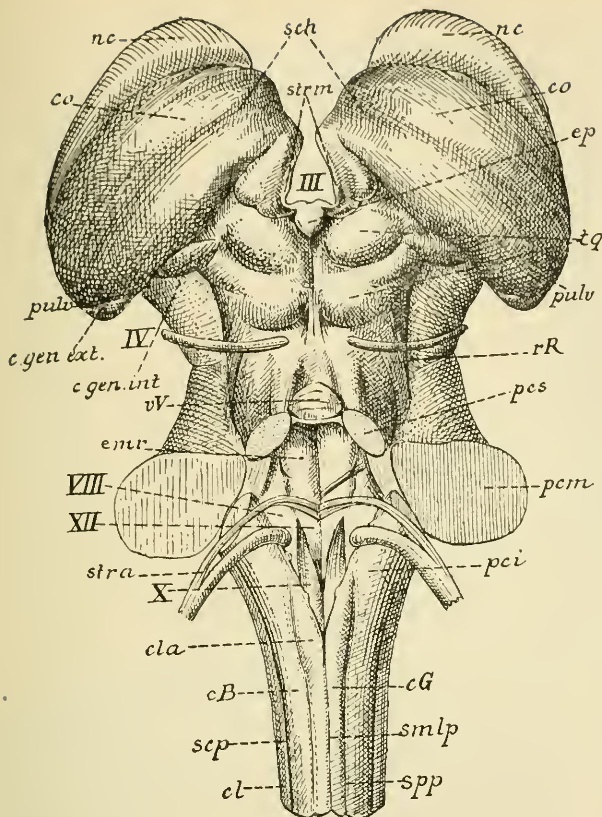


Fig. 48.

Face postérieure du tronc cérébral. Gr. nat.

smlp : Fissure médiane postérieure.
spp : Sillon paramédian postérieur.
scp : Sillon collatéral postérieur.
cG : Cordon ou faisceau de Goll.
cB : Cordon ou faisceau de Burdach.
cl : Cordon latéral.
cla. : Clava.
pci : Pédoncule cérébelleux inférieur.
XII : Trigone de l'hypoglosse ou aile blanche interne.
X : Trigone du vague et du glosso-pharyngien ou aile grise.
VIII : Région acoustique ou aile blanche externe.
str. a. : Stries acoustiques ou médullaires.
pcm : Pédoncule cérébelleux moyen.
emr : Eminence ronde ou médiane.
pcs : Pédoncule cérébelleux supérieur.
v V : Valvule de Vieussens.
rR : Ruban de Reil.
IV : Nerf pathétique.
c. gen. int. : Corps genouillé interne.
c. gen. ext. : Corps genouillé externe.
pulv. : Pulvinar.
tq : Tubercules quadrijumeaux.
ep. : Epiphyse ou corps pinéal.
co : Couche optique.
sch : Sillon choroïdien.
nc : Noyau caudé.
strm : Strie médullaire de la couche optique.
III : Troisième ventricule.

nences inférieures et la valvule ; c'est le *frein de la valvule de Vieussens* que nous avons signalé en décrivant l'isthme du rhombencéphale.

Le sillon transverse sépare les éminences supérieures des éminences inférieures.

De chacun des quatre tubercules part un faisceau blanc qui se dirige en avant et en dehors : ce faisceau porte le nom de *bras* des tubercules quadrijumeaux. Le sillon transverse se prolonge latéralement entre les deux bras et prend le nom de *sillon interbrachial.*

Vu par sa face latérale, fig. 49, le tronc cérébral présente, au niveau du cerveau moyen, un sillon profond longitudinal : le *sillon latéral du mésencéphale* (*sulcus lateralis*), *slm*, séparant la région des tubercules quadrijumeaux de celle des pédoncules cérébraux, *pc*.

Au devant de ce sillon on voit la face

externe du pédoncule cérébral; derrière ce sillon apparaissent les bras des tubercules quadrijumeaux avec le sillon interbrachial, *si*.

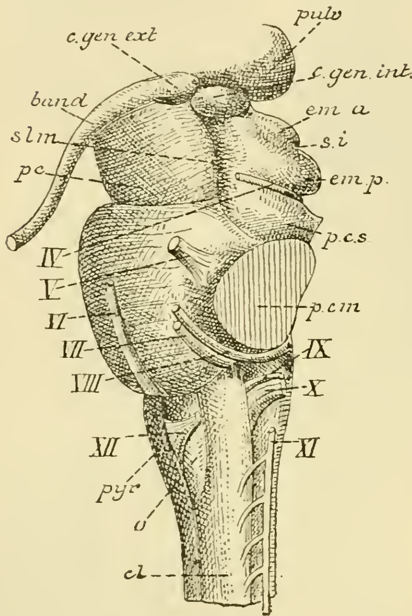


FIG. 49.

Tronc cérébral vu par sa face latérale. Gr. nat.

cl. : Cordon latéral.
pyr. : Pyramide antérieure.
XII : Filets radiculaires du nerf hypoglosse.
o. : Olive.
XI, X, IX : Filets radiculaires du nerf accessoire ou spinal, du nerf pneumogastrique et du nerf glosso-pharyngien.
VIII : Nerf acoustique.
VII : Nerf facial.
VI : Nerf oculo-moteur externe.
V : Nerf trijumeau.
IV : Nerf pathétique.
pcm : Pédoncule cérébelleux moyen.
pcs : Pédoncule cérébelleux supérieur
emp : Eminences postérieures,
ema : Eminences antérieures des tubercules quadrijumeaux.
si : Sillon interbrachial.
c.gen. int. : Corps genouillé interne.
pulv. : Pulvinar.
c.gen. ext. : Corps genouillé externe.
band. : Bandelette optique.
slm : Sillon latéral du mésencéphale.
pc : Pédoncule cérébral.

Le sillon interbrachial s'arrête au niveau d'une saillie fusiforme d'environ un centimètre de longueur et appartenant au diencéphale : le *corps genouillé interne* (*corpus geniculatum mediale*), *c. g. int.* Une partie des fibres du bras postérieur des tubercules quadrijumeaux (*brachium quadrigeminum inferius*) pénètre dans ce corps genouillé interne, les autres s'enfoncent dans le sillon latéral du mésencéphale. Le bras antérieur des mêmes tubercules (*brachium quadrigeminum superius*) peut se poursuivre jusque en dessous de la bandelette optique. En dessous du bras postérieur des tubercules quadrijumeaux, le sillon latéral du mésencéphale se continue avec le sillon longitudinal qui sépare le pédoncule cérébelleux moyen du pédoncule cérébelleux supérieur.

Nous verrons plus tard, en étudiant les coupes transversales, que le mésencéphale est traversé, dans toute sa longueur, par une partie rétrécie du canal neural primitif à laquelle on a donné le nom de *aqueduc cérébral* ou *aqueduc de Sylvius* (*aquæductus cerebri* ou *Sylvii*). Cet aqueduc de SYLVIUS communique en haut avec le ventricule médian du cerveau intermédiaire et se continue en bas avec l'extrémité supérieure du quatrième ventricule, FIG. 50, *aq.*.

Le diencéphale.

Le cerveau intermédiaire ou diencéphale est la partie de l'axe cérébro-spinal comprise entre le cerveau moyen et le cerveau terminal. Il provient de la transformation de la partie postérieure de la première vésicule cérébrale primitive. Chez l'adulte ses limites ne sont guère précises.

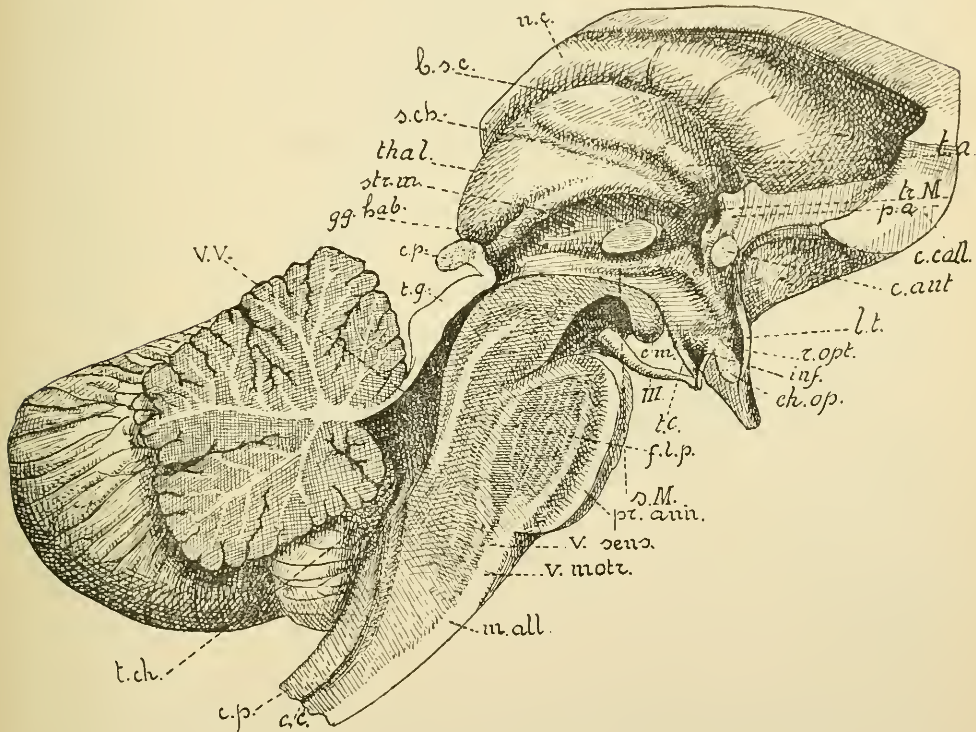


Fig. **50**,

Section médiane du tronc cérébral. Gr. nat.

Nc : Noyau coudé.
B-c : Bandelette semi-circulaire.
S.ch. : Sillon choroïdien.
thal. : Thalamus.
str. m. : Strie médullaire.
gg.hab. : Ganglion de l'habenula.
C. p. : Corps pinéal.
t. q. : Tubercules quadrijumeaux.
VV : Valvule de Vieussens.
t. ch. : Toile choroidienne.
c. p. : Cordon postérieur.
c. c. : Canal central.
m. al. : Moelle allongée.
v. motr. : Voie motrice.
v. sens. : Voie sensitive.
pr. ann. : Protubérance annulaire.
s. m. : Sillon de Monro.
f. l. p. : Faisceau longitudinal postérieur.
III : Nerf oculo-moteur commuu.
c. m. : Corps mamillaires.
t. c. : Tubercule cendré.
ch. op. : Chiasma optique.
inf. : Récessus de l'infundibulum.
r. opt. : Récessus optique.
l. t. : Lame terminale.
c. ant. : Commissure antérieure.
c. call. : Corps calleux.
p. ant. : Pilier antérieur du trigone.
tr. M. : Trou de Monro.
t. ant. : Tubercule antérieur de la couche optique.

Il se confond en bas avec le mésencéphale, tandis qu'en avant il se fusionne intimement avec les parties constitutives du télencéphale. Il comprend les couches optiques, les corps genouillés, les bandelettes optiques, les corps mamillaires, le tubercule cendré, le corps pinéal, l'habénula et le troisième ventricule.

Sur la face latérale de la cavité ventriculaire du diencéphale se trouve un sillon à direction antéro-postérieure : le *sillon de Monro* ou *sillon hypothalamique, s. M.* Il commence au niveau de l'orifice supérieur de l'aqueduc de Sylvius et s'étend jusque dans le récessus optique. Ce sillon représente la partie du *sillon limitant des ventricules* qui appartient au diencéphale et au télencéphale. Nous avons vu que, d'après les recherches de His, ce sillon limitant existe sur toute la longueur de l'encéphale et qu'il sépare chacun des six segments nerveux de l'encéphale en une partie ventrale et une partie dorsale. La partie de l'axe nerveux placée en dessous du sillon de Monro appartient à la fois au diencéphale et au télencéphale ; on la désigne sous le nom de *hypothalamus* ou *région sous-thalamique*. La partie située au-dessus du sillon de Monro appartient au diencéphale seul ; on la désigne sous le nom de *thalamencéphale*.

Thalamencéphale. Le thalamencéphale est formé de trois parties : le *thalamus* ou *couche optique*, le *métathalamus* ou *corps genouillés* et l'*épithalamus* comprenant le *corps pinéal* et l'*habénula* avec les parties immédiatement voisines.

Le **thalamus** ou *couche optique* forme la partie principale du cerveau intermédiaire. On donne le nom de couches optiques à deux noyaux volumineux formés de substance grise. On les appelle aussi des *ganglions gris*.

Lorsque nous étudierons, dans les leçons ultérieures, la structure interne de l'axe cérébro-spinal, nous verrons que tout le système nerveux central est formé de deux substances macroscopiquement et microscopiquement différentes : la *substance grise* et la *substance blanche*. La substance blanche est formée principalement de fibres nerveuses ; c'est l'élément conducteur. La substance grise, au contraire, est formée à la fois de fibres nerveuses et de cellules nerveuses ; les cellules nerveuses forment cependant sa partie essentielle ; elles constituent l'élément principal, l'élément le plus important de tout le système nerveux. Les couches optiques étant des ganglions gris sont donc constituées essentiellement de cellules nerveuses.

Elles se présentent sous la forme de deux corps massifs, allongés, à grand diamètre antéro-postérieur, situés près de la base du cerveau,

FIG. 51. Avec les noyaux lenticulaires et les noyaux caudés, ganglions gris qui appartiennent au cerveau terminal, les couches optiques forment ce qu'on appelle communément les *ganglions de la base.*

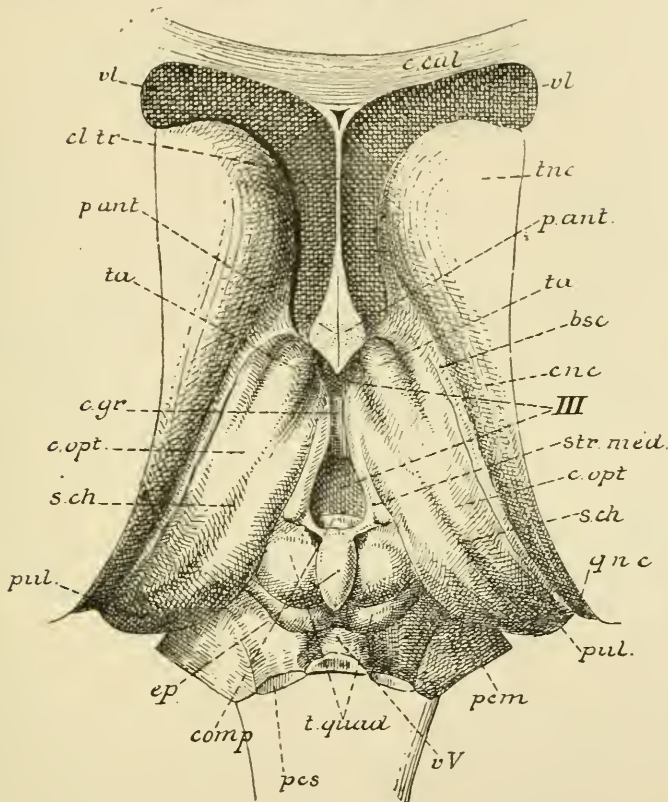


FIG. 51.

Le tronc cérébral vu par le haut après enlèvement du corps calleux, de la voûte à trois piliers et de la toile choroïdienne. Gr. nat.

c. cal. : Coupe du genou du corps calleux.
cl. tr. : Cloison transparente.
vl. : Ventricule latéral.
tnc : Tête du noyau caudé.
p. ant : Section des piliers antérieurs de la voûte.
ta : Tubercule antérieur de la couche optique.
bsc : Bandelette semi-circulaire.
cnc : Corps du noyau caudé.
III : Troisième ventricule.
str. méd. : Strie médullaire de la couche optique.
c. opt. : Couche optique.
s. ch. : Sillon choroïdien.
qnc : Queue du noyau caudé.
pul. : Pulvinar.
pcm : Pédoncule cérébelleux moyen.
vv : Valvule de VIEUSSENS.
t. quad. : Tubercules quadrijumeaux.
pcs : Pédoncule cérébelleux supérieur.
com. p. : Commissure postérieure.
c. gr. : Commissure grise.

Chaque couche optique présente à examiner une face supérieure, une face inférieure, une face externe, une face interne et deux extrémités.

La face supérieure est libre; elle est divisée par un sillon oblique appelé *sillon choroïdien, sch*, en une partie externe appartenant au plancher du ventricule latéral en une partie interne contribuant à limiter le ventricule médian. Nous verrons plus tard que c'est dans ce sillon choroïdien que le bord externe de la toile choroïdienne avec le plexus choroïde latéral se continue avec l'épithélium épendymaire des cavités ventriculaires FIG. 52.

La face interne est libre aussi. Elle limite, avec la face interne de la couche optique du côté opposé, une partie élargie du canal médullaire primitif constituant le *ventricule médian* ou le *troisième ventricule* (*ventriculus tertius*). Cette surface est grise. Entre les deux couches optiques est étendue une mince lamelle grise également qu'on appelle la *commissure grise*, *commissure molle* ou *commissure moyenne*, FIG. 51, *c. gr.* Cette commissure traverse la partie moyenne du ventricule médian.

La face externe répond, en haut, à la partie moyenne ou corps du noyau caudé; en bas, elle est séparée du noyau lenticulaire par une masse de substance blanche qui constitue le bras postérieur de la *capsule interne*, *cap. int.*, FIG. 52.

La face inférieure répond aux parties constitutives de la région sous-thalamique et, par là, au pédoncule cérébral.

Les couches optiques sont amincies en avant, elles s'élargissent considérablement en arrière, puis se rétrécissent brusquement, se recourbent en bas, en avant et en dedans pour se continuer avec les bandelettes optiques. A l'endroit le plus rétréci elles présentent un petit renflement fusiforme qu'on appelle le *corps genouillé externe* (*corpus geniculatum laterale*).

Chaque couche optique avec la bandelette optique correspondante décrit une anse à concavité antérieure, FIG. 53, embrassant l'extrémité supérieure du pédoncule cérébral. C'est par la concavité de cette anse que passent les fibres nerveuses qui doivent relier le pédoncule cérébral au cerveau terminal.

Nous avons vu que la face supérieure de chaque couche optique est libre; cette face est blanche parce qu'elle est recouverte par une mince couche de fibres myéliniques. Elle est séparée en dedans de la face grise interne par un bord tranchant. Au niveau de ce bord, on trouve un cordon blanc qui s'épaissit d'avant en arrière et qu'on appelle *strie médullaire de la couche optique* (*stria medullaris*) ou *habenula*, *str. méd.* Cette strie est légèrement renflée en arrière. Cette partie renflée porte le nom de *ganglion de l'habenula*. La face supérieure de la couche

optique est limitée en dehors par un sillon assez net qui la sépare du noyau caudé et dans lequel on trouve une veine assez volumineuse, la

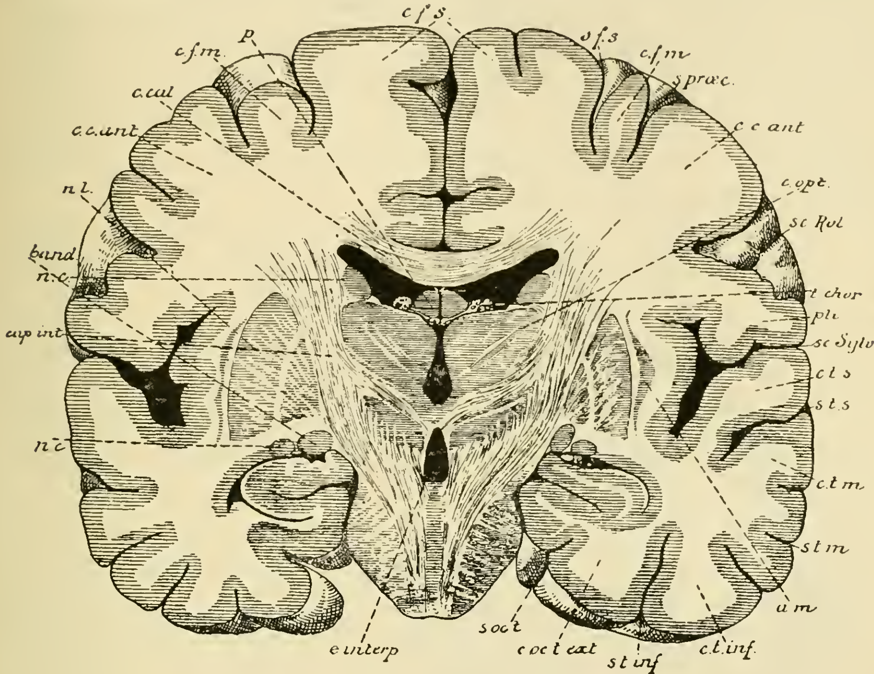


Fig. **52.**

Coupe transversale de l'encéphale passant par le milieu des ganglions de la base. Gr. nat. 3/4.

cfs : Circonvolution frontale supérieure.
sfs : Sillon frontal supérieur.
cfm : Circonv. frontale moyenne.
s. præc. : Sillon précentral.
cc. ant. : Circonvolution centrale antérieure.
sc. Rol. : Sillon de Rolando.
c. opt. : Couche optique.
t. chor : Toile choroïdienne.
pli : Pli de passage entre les deux circonvolutions centrales.
sc. sylv. ; Fissure de Sylvius.
c. t. s. : Circonvolution temporale supérieure.
s. t. s : Sillon temporal supérieur.
c. t. m. : Circonvolution temporale moyenne.
s. t. m. : Sillon temporal moyen.
am : Avant-mur.
c. t. inf. : Circonvolution temporale inférieure.
s. t. inf. : Sillon temporal inférieur.
c. oc. t. ext. : Circonvolution occipito temporale externe ou circonvolution fusiforme.
s. occ. t. : Sillon occipito-temporal ou fissure collatérale.
e. interp. : Espace interpédonculaire.
nc : Noyau caudé.
cap. int. : Bras postérieur de la capsule interne.
band. : Bandelette optique.
c. cal. : Corps calleux.
p : Voûte à trois piliers.

veine du corps strié ou *veine terminale* (*vena terminalis*), un épaississement de l'épithélium épendymaire appelé *lamina affixa* et un faisceau blanc : la *bandelette semi-circulaire, bsc,* ou *strie terminale* (*stria terminalis*).

L'extrémité antérieure de la couche optique est libre; elle aide à circonscrire, avec le pilier antérieur de la voûte à trois piliers, un orifice circulaire, le *trou de Monro* ou *trou interventriculaire* (*foramen interventriculare*) faisant communiquer, de chaque côté, le ventricule latéral avec le troisième ventricule.

Au niveau de cette extrémité antérieure on trouve sur la face supérieure de la couche optique une éminence arrondie : le *tubercule antérieur* (*tuberculum anterius thalami*), *ta*.

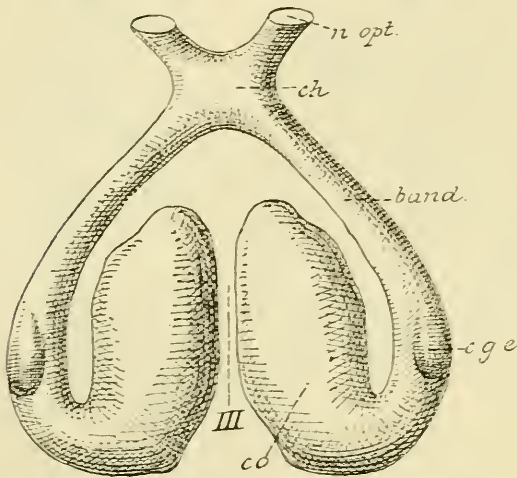


Fig. 53.
Couches optiques vues par leur face inférieure. Gr. nat.

co. : Couche optique.
c. g. e. : Corps genouillé externe.
band. : Bandelette optique.
ch. : Chiasma des nerfs optiques.
n. opt. : Nerf optique.
IV : Troisième ventricule.

L'extrémité postérieure de la couche optique se renfle et surplombe la partie supérieure du cerveau moyen en formant le *pulvinar*, *pulv*. Sous le pulvinar, chaque couche optique se rétrécit brusquement, se dilate au niveau du corps genouillé externe et se continue avec la bandelette optique. Celle-ci contourne le pédoncule cérébral et se rencontre sur la ligne médiane, à la face inférieure de l'encéphale, avec la bandelette optique du côté opposé. Là, les deux bandelettes présentent un entrecroisement partiel de leurs fibres constitutives : le *chiasma des nerfs optiques* (*chiasma opticum*), *ch*, d'où partent les nerfs optiques, fig. 53.

Le **métathalamus** comprend les corps genouillés externes et internes, fig. 54.

Le *corps genouillé externe* ou *latéral* (*corpus geniculatum laterale*) constitue un petit renflement ovoïde situé sur le trajet de la bandelette optique, immédiatement en dessous de la partie postérieure renflée de la couche optique ou *pulvinar*. Le faisceau blanc qui relie ce corps genouillé à la bandelette optique porte le nom de *racine externe*.

Le *corps genouillé interne* ou *médian* (*corpus geniculatum mediale*) est

une petite masse grise de forme ovoïde située en dedans du corps genouillé externe, à l'endroit où le sillon interbrachial du mésencéphale rencontre les parties constitutives du cerveau intermédiaire. Il est relié à la bandelette optique correspondante par un petit faisceau blanc qui forme la *racine interne* de cette bandelette.

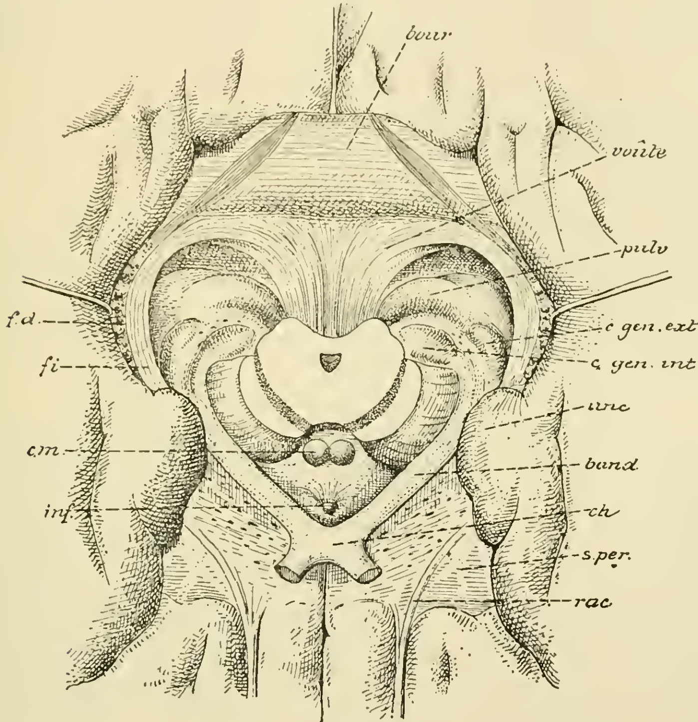


Fig. **54**.
Rapports des bandelettes optiques avec les corps genouillés et les couches optiques.
Gr. nat.

fd : Faisceau denté.
fi. : Fimbria.
cm : Corps mamillaires.
inf. : Infundibulum.
rac. : Racine olfactive.
s.per. : Substance perforée antérieure.
ch. : Chiasma des nerfs optiques.
band. : Bandelette optique.
unc. : Repli unciforme.
bour. : Bourrelet du corps calleux.

L'épithalamus est formé principalement par le corps pinéal et l'habénula.

La *glande pinéale* ou *épiphyse* mieux appelée *corps pinéal* est un petit corps grisâtre de 8 à 10 millimètres de longueur situé au-dessus et un peu au-devant des tubercules quadrijumeaux; il repose sur la partie antérieure élargie du sillon médian longitudinal des mêmes tubercules. De la partie antérieure de ce corps part, de chaque côté, un petit cordon blanc qui se perd sur la face interne de la couche optique en se continuant

avec le ganglion de l'habénula : ce sont les *pédoncules du corps pinéal* formant la *commissure des ganglions de l'habénula (commissura habenularum)* appelée quelquefois encore *commissure supérieure.*

La valeur anatomique du corps pinéal a été longtemps une énigme. D'après des recherches récentes d'anatomie comparée, le corps pinéal est un organe rudimentaire qui existerait encore assez bien développé chez quelques sélaciens et un grand nombre de reptiles et y constitue un *organe pariétal* ayant beaucoup de ressemblance avec un œil. On le désigne même quelquefois sous le nom d'*œil pariétal* ou *troisième œil des vertébrés.*

L'habénula. Sur la face interne de chaque couche optique, tout près de son bord supérieur on trouve une strie saillante à direction antéro-postérieure connue sous le nom de *strie médullaire (stria medullaris)* ou *habénula.* Cette strie augmente insensiblement de volume, et, arrivée dans le voisinage du pédoncule du corps pinéal elle présente une partie triangulaire renflée appelée *ganglion* ou *trigone de l'habénula (trigonum habenulae).* Ce trigone se trouve relié au corps pinéal par le faisceau blanc que nous avons décrit plus haut sous le nom de *pédoncule du corps pinéal.*

Hypothalamus. La région sous-thalamique ou l'hypothalamus appartient à la fois au diencéphale et au télencéphale; elle est séparée nettement du thalamencéphale par le sillon de Monro ou sillon hypothalamique.

L'hypothalamus comprend : les corps mammillaires, l'éminence sacculaire de Retzius, le tubercule cendré avec l'infundibulum, la tige pituitaire et l'hypophyse, le chiasma des nerfs optiques, le récessus optique et la lame terminale. Les corps mamillaires et l'éminence sacculaire avec une partie du tubercule cendré appartiennent seuls au diencéphale; ils forment la *partie mamillaire* de la région sous-thalamique *(pars mamillaris hypothalami).*

Les autres parties constitutives de l'hypothalamus appartiennent au télencéphale et forment la *partie optique* de la région sous-thalamique *(pars optica hypothalami).* Chez l'adulte, la limite entre ces deux parties de l'hypothalamus est difficile à établir; aussi décrit-on avec le diencéphale toutes les parties constitutives de l'hypothalamus comme formant le plancher du troisième ventricule.

Troisième ventricule. La partie du canal neural primitif qui correspond au cerveau intermédiaire devient le *troisième ventricule* ou *ventricule médian.* Celui-ci est situé sur la ligne médiane entre les faces internes des deux couches optiques.

Le plancher de ce ventricule est formé, en allant du mésencéphale

vers le télencéphale, FIG. 55 : par une mince lamelle grise qui se continue, en arrière, avec la substance interpédonculaire et qui s'étend, en avant, jusqu'au niveau d'une petite dépression en forme d'entonnoir visible à la base du cerveau, en arrière du chiasma des nerfs optiques, et connue sous le nom d'*infundibulum* ou *récessus de l'infundibulum* (*recessus infundibuli*). La paroi postérieure de cet infundibulum légèrement bombée du côté de la base du cerveau forme le *tubercule cendré* (*tuber*

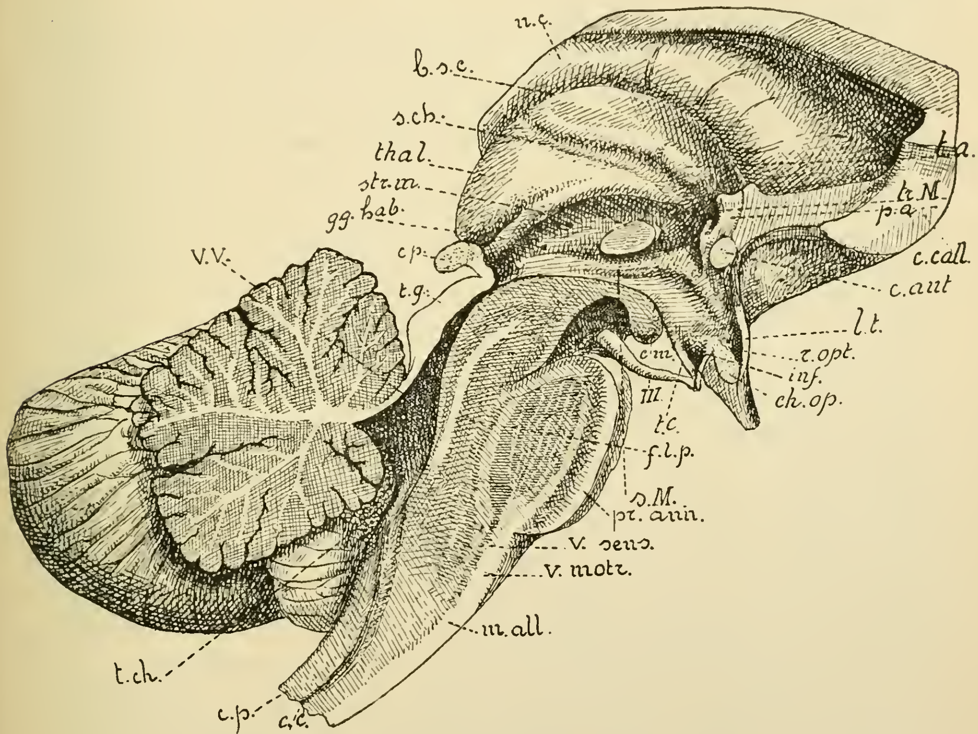


FIG. 55.

Section médiane du tronc cérébral. Gr. nat.

Nc : Noyau caudé.
B.s.c : Bandelette semi-circulaire.
S.ch. : Sillon choroïdien.
thal. : Thalamus.
str. m. : Strie médullaire.
gg.hab. : Ganglion de l'habenula.
C. p. : Corps pinéal.
t. q. : Tubercules quadrijumeaux.
VV : Valvule de Vieussens.
t. ch. : Toile choroïdienne.
c. p. : Cordon postérieur.
c. c. : Canal central.
m. al. : Moelle allongée.
v. motr. : Voie motrice.
v. sens. : Voie sensitive.
pr. ann. : Protubérance annulaire.
s. m. : Sillon de Monro.
f. l. p. : Faisceau longitudinal postérieur
III : Nerf oculo-moteur commun.
c. m. : Corps mamillaires.
t. c. : Tubercule cendré.
ch. op. : Chiasma optique.
inf. : Récessus de l'infundibulum.
r. opt. : Récessus optique.
l. t. : Lame terminale.
c. ant. : Commissure antérieure.
c. call. : Corps calleux.
p. ant. : Pilier antérieur du trigone.
tr. M. : Trou de Monro.
t. ant. : Tubercule antérieur de la couche optique.

cinereum). Cette dépression du plancher du ventricule médian se rétrécit insensiblement et se continue par un petit cordon grêle appelé *tige pituitaire* auquel est suspendu l'*hypophyse*, *hyp*.

Derrière l'hypophyse et au-devant de la substance interpédonculaire, on trouve, à la base du cerveau, sur la face inférieure de la lame grise qui sert de plancher au ventricule médian, deux éminences blanches légèrement allongées dans le sens transversal : les *corps mamillaires* (*corpus mamillare*), *c. mam.*

Entre ces corps mamillaires et le tubercule cendré, il existe, d'après les recherches récentes de Retzius que nous pouvons confirmer, une saillie du plancher du troisième ventricule ayant plus ou moins la forme d'une feuille de trèfle : c'est l'*éminence vasculaire* (*eminentia vascularis*) de Retzius. Cette éminence vasculaire se retrouve, plus ou moins développée, aussi bien sur les cerveaux d'adultes que sur des cerveaux d'embryons humains à partir de la sixième semaine de la vie intra-utérine. Elle doit être considérée comme un organe rudimentaire, l'homologue d'un organe plus développé, le *saccus vasculosus*, des vertébrés inférieurs.

Au-devant de l'infundibulum se trouve le chiasma des nerfs optiques. Celui-ci semble refouler un peu en haut le plancher du troisième ventricule produisant ainsi, du côté de la cavité ventriculaire, une crête transversale séparant le récessus de l'infundibulum, qui est en arrière du chiasma, d'une dépression angulaire située au-devant du chiasma et connue sous le nom de *récessus optique*. Ce récessus optique est limité en avant par une mince lamelle blanche, la *lame terminale* (*lamina terminalis*), étendue entre la partie déprimée du récessus optique et l'extrémité inférieure effilée ou *bec* du corps calleux.

La constitution anatomique et la signification physiologique de l'hypophyse sont encore loin d'être complètement élucidées. On sait que, embryologiquement, le *lobe postérieur* (*lobus posterior*) de l'hypophyse provient du diencéphale et est de nature nerveuse, tandis que son *lobe antérieur* (*lobus anterior*) représente une portion de la voûte du pharynx, détachée de celle-ci dans le cours du développement embryologique ; elle provient donc de l'ectoderme buccal et elle est de nature glandulaire. Nous verrons plus tard quelle est la structure anatomique de l'hypophyse chez l'adulte. Quant à sa valeur physiologique, les observations cliniques et anatomo-pathologiques de ces dernières années ainsi que des recherches expérimentales récentes tendent à prouver que l'hypophyse est un organe important exerçant une influence manifeste sur le développement général du corps.

En 1886, P. Marie a décrit, pour la première fois, une maladie spéciale connue sous le nom de *acromégalie* ou *maladie de Marie* et caractérisée par un développement considérable des extrémités (mains, pieds, nez, maxillaire inférieur, langue, etc.). Depuis lors un grand nombre de cas d'acromégalie ont été publiés ; or,

chose étrange, dans les quelques autopsies qui ont été faites on a constaté, comme lésion presque unique, une hypertrophie quelquefois considérable de l'hypophyse. Vassale et Sacchi ont essayé d'établir les fonctions physiologiques de l'hypophyse en la détruisant expérimentalement chez le chien et le chat. Ils ont observé que la destruction totale de cet organe est rapidement suivie de mort, tandis que sa destruction partielle amène des troubles fonctionnels graves. Se basant sur les résultats favorables fournis par l'injection du suc thyroïdien chez des animaux thyroïdectomisés, ils ont injecté du suc pituitaire de bœuf à leurs animaux en expérience; ces injections prolongeaient la vie des animaux ayant subi une destruction complète de l'hypophyse; elles amendaient considérablement les troubles fonctionnels chez ceux qui n'avaient subi qu'une destruction partielle de cet organe.

De ces quelques faits il semble résulter que, de même que le corps thyroïde et peut-être le thymus, l'hypophyse est un organe en rapport avec la nutrition générale des tissus, exerçant une influence manifeste sur le développement de certaines parties du corps.

Le *toit* du ventricule médian est formé, en arrière, par le bord antérieur du *corps pinéal* Fig. 55.

En dessous de ce bord, entre lui et l'orifice antérieur de l'aqueduc de Sylvius, on trouve un cordon blanc transversal appelé la *commissure postérieure du cerveau* (*commissura posterior*), *com. p.* Au-devant de l'épiphyse, le toit du troisième ventricule n'est plus formé que par une simple couche de cellules épithéliales représentant l'épithélium épendymaire. Cet épithélium recouvert en dehors par la pie-mère a été, dans le cours du

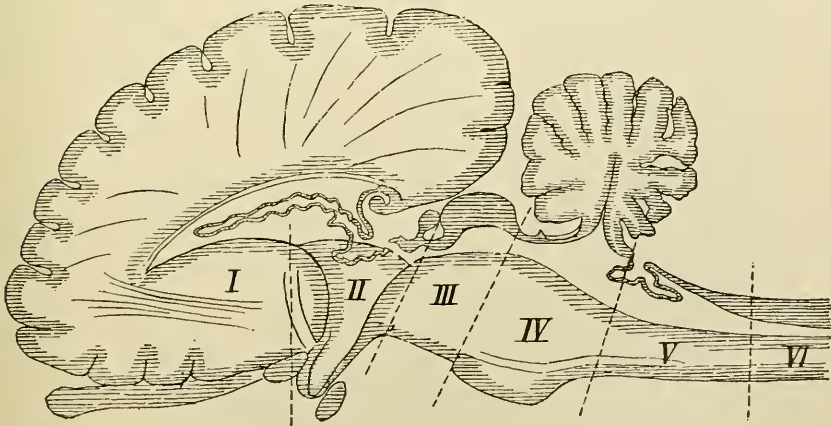


Fig. 56.

Coupe schématique de l'encéphale d'un mammifère (d'après Edinger).

I : Télencéphale.
II : Diencéphale.
III : Mésencéphale.
IV : Cerveau postérieur comprenant l'isthme du rhombencéphale et le métencéphale.
V : Myélencéphale.
VI : Partie cervicale de la moelle épinière.

développement, refoulé par celle-ci à l'intérieur du cerveau intermédiaire, FIG. 56. Ce prolongement de la pie-mère recouvert par l'épendyme porte le nom de *toile choroïdienne antérieure* ou *toile choroïdienne du troisième ventricule*, (*tela chorioidea ventriculi tertii*), pour la distinguer d'une production semblable existant dans le quatrième ventricule. Elle se continue par ses bords latéraux avec l'épithélium épendymaire de la voûte à trois piliers et avec celui de la face supérieure des couches optiques au niveau de la *lamina affixa*; elle sépare ainsi nettement le ventricule médian des ventricules latéraux.

En arrière, le troisième ventricule communique avec l'aqueduc de SYLVIUS.

Il est limité, en avant, par les piliers antérieurs de la voûte à trois piliers appartenant au cerveau terminal. Entre ces piliers et l'extrémité antérieure de la couche optique on trouve, de chaque côté, le trou de MONRO ou *trou interventriculaire*.

Littérature.

W. HIS : *Vorschläge zur Eintheilung des Gehirns;* Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abtheilung, 1893, pp. 172-179. — W. HIS : *Die anatomische Nomenclatur*, Ibid. 1895, Sup lement-Band. — PRENANT : *Eléments d'embryologie*. Livre II, Organogénie, Paris 1895. — G. RETZIUS : *Ueber ein dem Saccus vasculosus entsprechendes Gebilde am Gehirn des Menschen und anderer Säugethiere*. Biologische Untersuchungen. Neue Folge, Bd. VII, 1895, pp. 1.-5. — G. VASSALE et E. SACCHI : *Sulla distruzione della ghiandola pituitaria;* Rivista sperimentale di freniatria, Vol. XVIII, 1894. — *Ulteriori esperienze sulla ghiandola pituitaria;* Ibid., Vol. XX, 1895. Archives italiennes de Biologie, 1895, pp. CXXXIII-CXXXV. — P. MARIE : *Sur deux cas d'acromégalie;* Revue de médecine, 1886.

QUATRIÈME LEÇON

Le télencéphale ou cerveau terminal.

La conformation extérieure du cerveau terminal.
Les sillons typiques primaires.
Les lobes du cerveau terminal. — Les sillons typiques secondaires
et les circonvolutions qu'ils délimitent
sur la face externe de chaque hémisphère cérébral.

Pour terminer l'étude de ce que l'on peut appeler la grosse anatomie de l'axe cérébro-spinal, il nous reste encore à examiner le *cerveau terminal.*

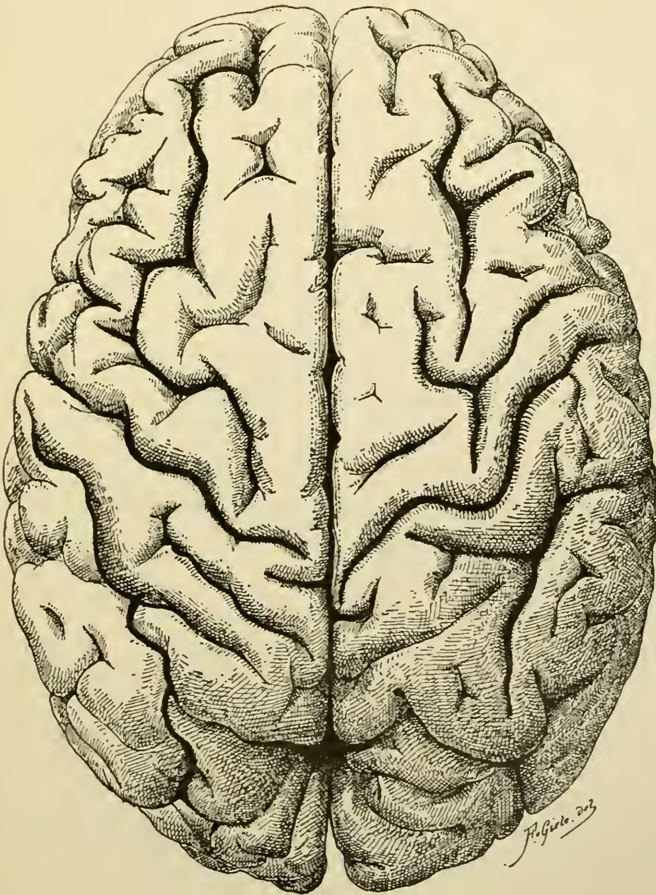


Fig. 57.
Cerveau terminal vu par sa face supérieure. Gr. nat. 2/3.

Le cerveau terminal ou télencéphale est la partie de l'axe cérébro-spinal qui provient de la différentiation de la partie antérieure de la première vésicule cérébrale primitive. Arrivé à l'état de développement complet, il constitue la partie la plus volumineuse du système nerveux cérébro-spinal englobant complètement le diencéphale. Il est situé, dans la boîte cranienne, au-dessus du cervelet, de la protubérance annulaire et du cerveau moyen occupant toute l'étendue de cette boite à l'exclusion de la gouttière basilaire et des fosses occipitales inférieures.

Le cerveau terminal, comme les autres segments constitutifs de l'encéphale, est formé d'une partie ventrale et d'une partie dorsale séparées l'une de l'autre par l'extrémité supérieure du sillon limitant des ventricules ou sillon de Monro.

La partie ventrale du télencéphale, considérablement réduite, forme la partie optique de la région sous-thalamique *(pars optica hypothalami)*; elle comprend l'infundibulum avec l'hypophyse, le chiasma des nerfs optiques, le récessus optique et la lame terminale. Nous l'avons décrite avec le diencéphale comme partie constitutive du plancher du troisième ventricule.

La partie dorsale du télencéphale a pris un développement extraordinaire, au point qu'elle forme presque la totalité du cerveau terminal. Elle comprend le *corps strié*, le *pallium* ou manteau et le *rhinencéphale*. Avant d'aborder l'étude de ces trois parties essentielles du télencéphale, nous donnerons une description de la conformation extérieure du cerveau terminal considéré dans son ensemble.

Conformation externe du télencéphale.

Le cerveau terminal est divisé en deux moitiés plus ou moins symétriques, appelées *hémisphères* (*hémisphaeria*), par un sillon médian profond : la *grande fissure médiane interhémisphérique* ou *fissure longitudinale du cerveau (fissura longitudinalis cerebri)*, FIG 57. Cette fissure est complète dans le quart antérieur et le quart postérieur du cerveau terminal.

Elle est incomplète, au contraire, dans les deux quarts moyens. Au fond de cette fissure, on trouve à ce niveau une large bande de fibres transversales ou commissurales qui unissent les deux hémisphères et qui par leur ensemble constituent le *corps calleux* (*corpus callosum*).

Chacun des hémisphères présente une face externe convexe, une

face interne plane et une face inférieure irrégulière. Ces faces ne sont pas lisses, mais sont parcourues par un grand nombre de *sillons (sulci cerebri)* plus ou moins profonds, délimitant des saillies plus ou moins flexueuses appelées *circonvolutions (gyri cerebri)*. Au premier aspect, ces sillons et ces circonvolutions semblent répartis sans ordre sur la surface des hémisphères. Un examen attentif montre cependant que certains de ces sillons se retrouvent d'une façon constante et avec des caractères identiques sur tous les cerveaux que l'on examine, tandis que d'autres sont plus variables. Cette remarque permet déjà de classer les sillons en deux groupes : des *sillons constants* ou *typiques* et des *sillons inconstants* ou *atypiques*.

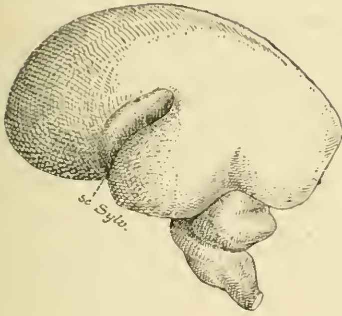


FIG. 58.
Face externe du cerveau terminal d'un embryon humain âgé d'environ quatre mois. Gr. nat.
sc. Sylv. : Fissure de SYLVIUS.

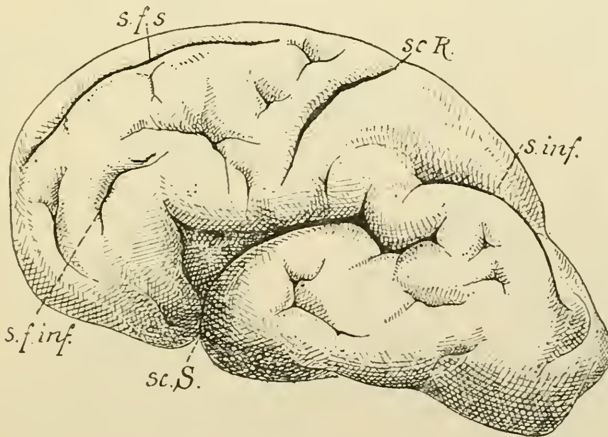


FIG. 59.
Face externe du cerveau terminal d'un embryon humain de 30 centimètres de longueur (environ 5 1/2 mois) montrant les sillons primaires ou fissures et quelques sillons secondaires. Gr. nat.

sc. S. : Fissure de SYLVIUS.
sc. R. : Sillon de ROLANDO.
s. f. s. : Sillon frontal supérieur.
s. f. inf. : Sillon frontal inférieur.
s. inf. : Sillon interpariétal.

En étudiant, dans le cours du développement, le mode d'apparition des sillons typiques ou constants, on constate que, jusque vers le commencement du cinquième mois de la vie intra-utérine, la face externe des hémisphères est lisse et régulière, FIG. 58. A l'exception de

la fissure de SYLVIUS, dont l'apparition est plus précoce et dont le mode de formation est tout à fait particulier, les premiers sillons présentent tous ce caractère commun de refouler complètement jusque dans la cavité ventriculaire toute la paroi des vésicules hémisphériques, de telle sorte qu'à chacun de ces sillons externes correspond, dans le ventricule, une saillie interne. HIS, qui le premier a relevé ce mode de formation de ces sillons, leur a donné le nom de *sillons complets*. On les appelle encore *fissures*, ou bien, à cause de leur apparition précoce, *sillons primaires* ou *sillons principaux*. Ces sillons apparaissent pendant le cinquième mois de la vie embryonnaire, FIG. 59 et 60. D'autres sillons surviennent

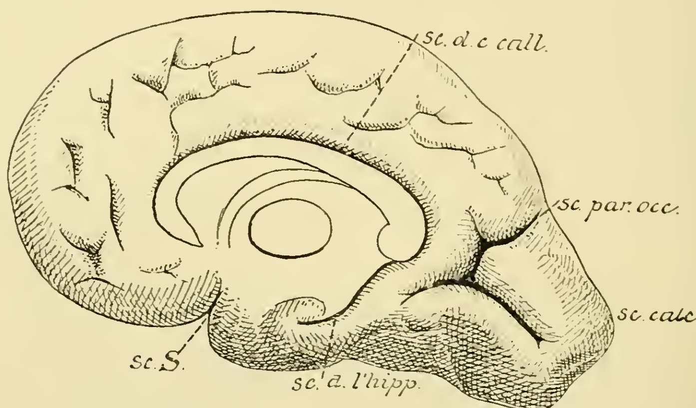


FIG. 60.

Face interne du cerveau terminal de l'embryon précédent. Gr. nat.

sc. d. c. call. : Sillon du corps calleux.
sc. par. occ. : Fissure pariéto-occipitale.
sc. calc. : Fissure calcarine.
sc. S. : Fissure de SYLVIUS.
sc. d. l'hipp. : Fissure de l'hippocampe.

dans le courant du sixième mois ; ils n'intéressent que les couches superficielles de l'écorce cérébrale et ne s'étendent pas jusqu'aux parois des ventricules. On les appelle *sillons secondaires, sillons accessoires* ou *sillons incomplets.*

Les sillons de la surface des hémisphères cérébraux se divisent donc, d'après leur importance, en trois groupes :

A. Les sillons typiques primaires ou principaux,
B. Les sillons typiques secondaires ou accessoires et
C. Les sillons atypiques ou tertiaires.

A. Sillons primaires ou principaux.

Les sillons primaires ou principaux sont au nombre de six dont cinq sont en même temps des *sillons complets* dans le sens de His ou des *fissures*, ce sont : la *fissure latérale* ou *fissure de Sylvius*, le *sillon de Rolando*, la *fissure pariéto-occipitale*, la *fissure calcarine*, la *fissure de l'hippocampe* et la *fissure collatérale*.

1° La *fissure latérale* ou *fissure de Sylvius (fissura cerebri lateralis seu Sylvii)* commence sur la face inférieure de chaque hémisphère, tout près de la ligne médiane, près du bord latéral de la substance perforée antérieure, FIG. 61 ; elle se dirige en dehors, contourne le bord externe

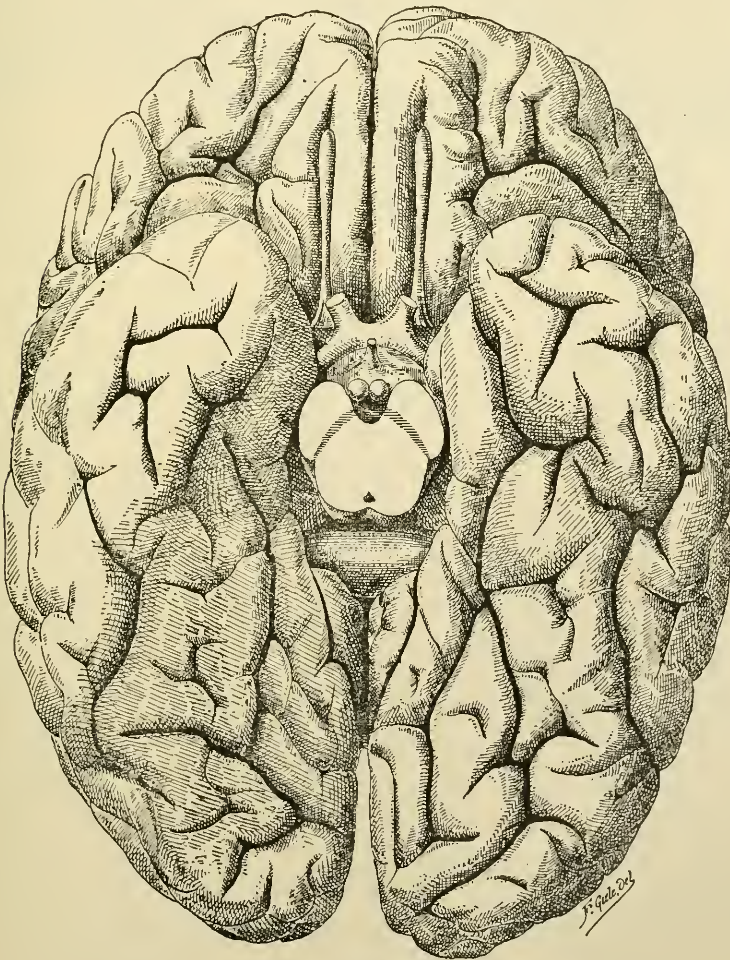


FIG. 61.
Face inférieure du cerveau terminal. Gr. nat. 2/3.

de la face inférieure, remonte sur la face externe qu'elle parcourt obliquement en haut et en arrière et s'y termine approximativement à la

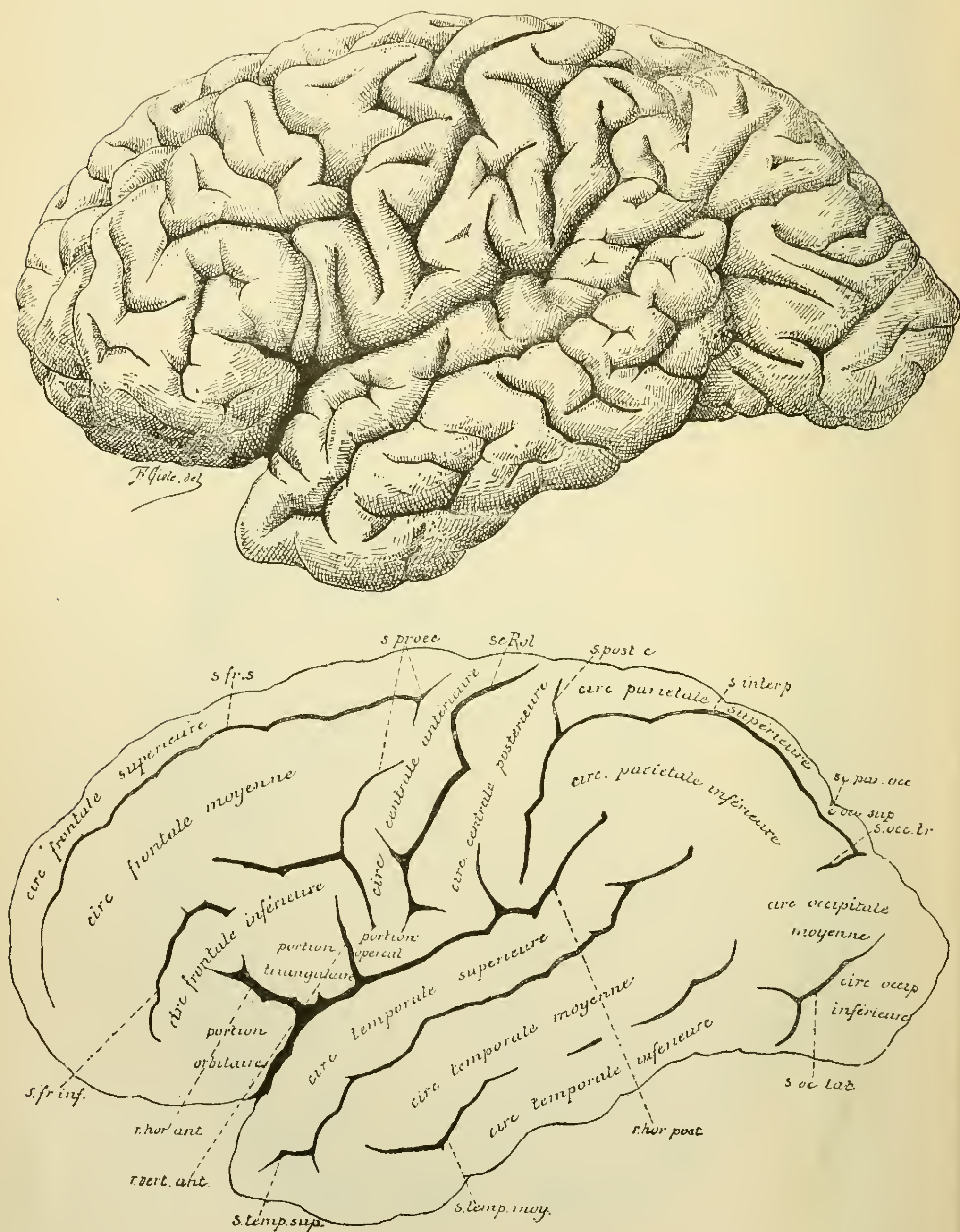


Fig. **62.**
Face externe du cerveau terminal. G. nat. 2/3.

réunion du tiers moyen avec le tiers postérieur de chaque hémisphère, FIG. 62. Au moment où elle contourne le bord externe de la face inférieure de l'hémisphère, la fissure de SYLVIUS émet deux branches plus courtes qui se rendent dans le lobe frontal : l'une a une direction horizontale et se dirige directement en avant, c'est le *rameau horizontal antérieur* (*ramus anterior horizontalis*); l'autre prend une direction verticale : c'est le *rameau ascendant antérieur* (*ramus anterior ascendens*). La partie de la fissure de SYLVIUS que l'on trouve sur la face externe de l'hémisphère, derrière le rameau ascendant antérieur, est souvent désignée sous le nom de *rameau horizontal postérieur* ou *rameau postérieur* (*ramus posterior*).

La fissure de SYLVIUS est large et profonde. Quant on écarte les deux lèvres qui limitent cette fissure, on trouve le fond occupé par une partie repliée de la surface hémisphérique parcourue par des sillons et des circonvolutions et qui porte le nom d'*insula de Reil*.

Cette fissure de SYLVIUS est un véritable *sillon complet* en ce sens, qu'elle refoule dans l'intérieur de la cavité ventriculaire la paroi des vésicules hémisphériques. Cette partie refoulée constitue le *corps strié*.



FIG. 63.
Face externe du cerveau terminal d'un embryon humain de 12 centimètres de longueur. Gr. nat.
sc.S. : Fissure de SYLVIUS.

La fissure de SYLVIUS est un sillon primaire, un sillon principal, parce que de tous les sillons, c'est celui dont l'apparition est le plus précoce. Il se distingue d'ailleurs de tous les autres sillons par son mode de formation.

Les vésicules hémisphériques embryonnaires, ovalaires et lisses, se développent dans tous les sens, excepté sur le point de leur face externe qui correspondra plus tard au fond de la fissure de SYLVIUS, FIG. 63. A ce niveau, le développement de la paroi hémisphérique retarde sur le développement des parties voisines, de telle sorte que celles-ci débordent bientôt en avant, en haut et en arrière, FIG. 64. Il se produit ainsi sur la face externe de chaque hémisphère une partie déprimée triangulaire la *fosse de Sylvius* ou *fosse latérale du cerveau* (*fossa cerebri lateralis* seu *Sylvii*), FIG. 65 et 66, qui

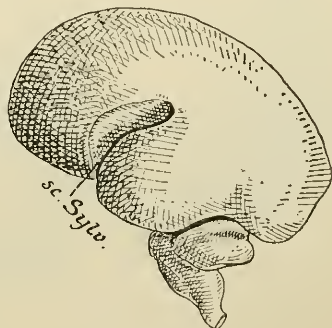


Fig. 64.
Face externe du cerveau terminal d'un embryon humain âgé d'environ quatre mois. Gr. nat.
sc. Sylv. : Fissure de SYLVIUS.

va devenir plus tard l'insula de Reil. Les parties voisines continuant à se développer finissent par recouvrir entièrement cette dépression et, par la

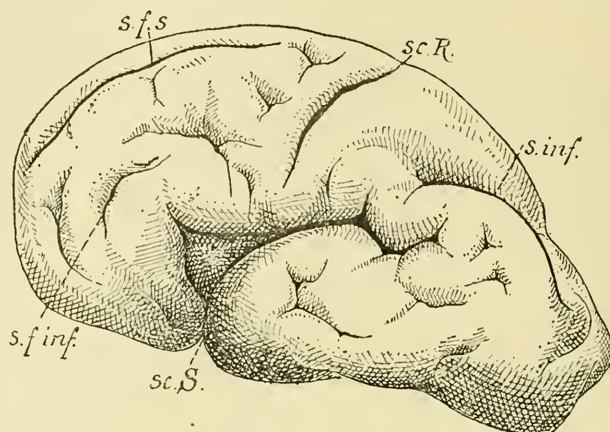


Fig. 65.
Face externe du cerveau terminal d'un embryon humain de 30 centimètres de longueur (environ 5 1/2 mois) montrant les sillons primaires ou fissures et quelques sillons secondaires. Gr. nat.

sc. S. : Fissure de Sylvius.
sc. R. : Sillon de Rolando.
s. f. s. : Sillon frontal supérieur.
s. f. inf. : Sillon frontal inférieur.
s. inf. : Sillon interpariétal.

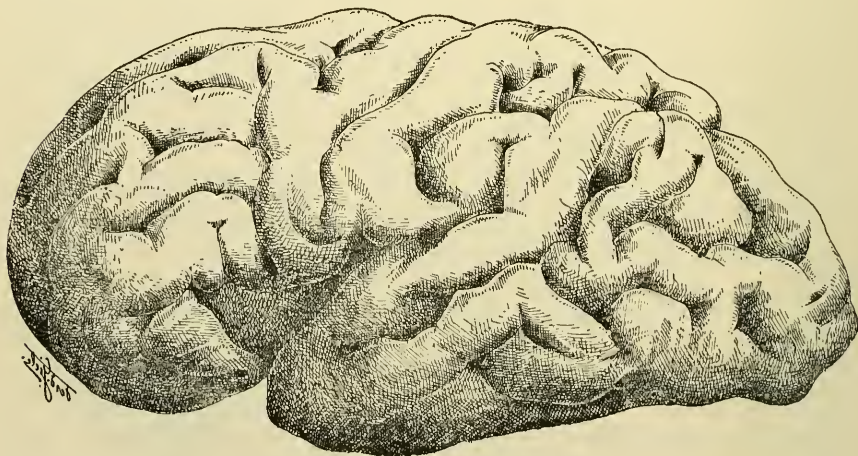


Fig. 66.
Face externe du cerveau terminal d'un enfant né à 7 mois montrant la fosse de Sylvius. Gr. nat.

réunion de leurs bords, elles vont constituer la fissure profonde appelée fissure de Sylvius.

2° Le *sillon de Rolando* ou *sillon central* (*sulcus centralis*) existe sur la face convexe de l'hémisphère. Il commence près de la fissure médiane

interhémisphérique, environ au point de réunion du tiers postérieur avec les deux tiers antérieurs de l'hémisphère. De là, il se dirige obliquement en bas et en avant et se termine un peu au-dessus de la fissure de Sylvius, dans l'angle rentrant formé par le rameau horizontal postérieur et le rameau antérieur ascendant ou vertical de cette fissure, fig. 62.

Le sillon de Rolando n'est pas un sillon complet; on le considère comme un sillon primaire ou principal à cause de son apparition précoce.

3° La *fissure pariéto-occipitale* (*fissura parieto-occipitalis*). Elle existe à la fois sur la face externe et sur la face interne de chaque hémisphère, à environ 4 ou 5 centimètres au-devant du pôle occipital. La partie la plus développée se trouve sur la face interne, fig. 67. On la désigne encore sous le nom de *fissure perpendiculaire interne*. Elle commence au bord supérieur de l'hémisphère, descend verticalement en bas et se réunit avec une autre fissure située plus bas et appelée *fissure occipitale horizontale* ou *fissure calcarine*. Sur la face externe de l'hémisphère on trouve une dépression transversale, longue de 1 à 2 centimètres, se continuant avec la fissure de la face interne. Cette dépression de la face externe est souvent désignée sous le nom de *fissure perpendiculaire externe*.

La fissure pariéto-occipitale est un sillon complet : elle a refoulé en dedans, dans le cours du développement embryologique, toute l'épaisseur des parois hémisphériques ; la saillie ventriculaire qui correspond à cette dépression externe existe sur la paroi interne du prolongement occipital du ventricule latéral. Elle est formée de fibres appartenant au corps calleux et est connue sous le nom de *forceps major du corps calleux* ou *bulbe de la corne postérieure* (*bulbus cornu posterioris*).

4° La *fissure calcarine (fissura calcarina)* ou *fissure occipitale horizontale*. On la trouve sur la face interne des hémisphères, tout près de leur extrémité postérieure, fig. 67. Elle commence souvent par deux petits sillons à direction verticale, puis se dirige horizontalement en avant pour se réunir avec l'extrémité inférieure de la fissure pariéto-occipitale.

A cette fissure calcarine de la face interne de l'hémisphère cérébral correspond une saillie sur la paroi interne du prolongement occipital du ventricule latéral : l'*ergot de Morand* ou *calcar avis* situé immédiatement en dessous du forceps major du corps calleux.

5° La *fissure de l'hippocampe* (*fissura hippocampi*) est visible sur la face inférieure et aussi sur la face interne de l'hémisphère cérébral ; c'est un sillon profond séparant la face inférieure de l'hémisphère des parties voisines du tronc cérébral. Cette fissure, à direction antéro-

postérieure, décrit une courbe à convexité externe Fig. **67**. Elle n'est que la partie latérale d'une fissure profonde à concavité antérieure contournant les faces latérales et la face postérieure du tronc cérébral et connue sous le nom de *grande fente cérébrale de Bichat* ou *fissure cérébrale transverse du cerveau* (*fissura transversa cerebri*) et dont la partie

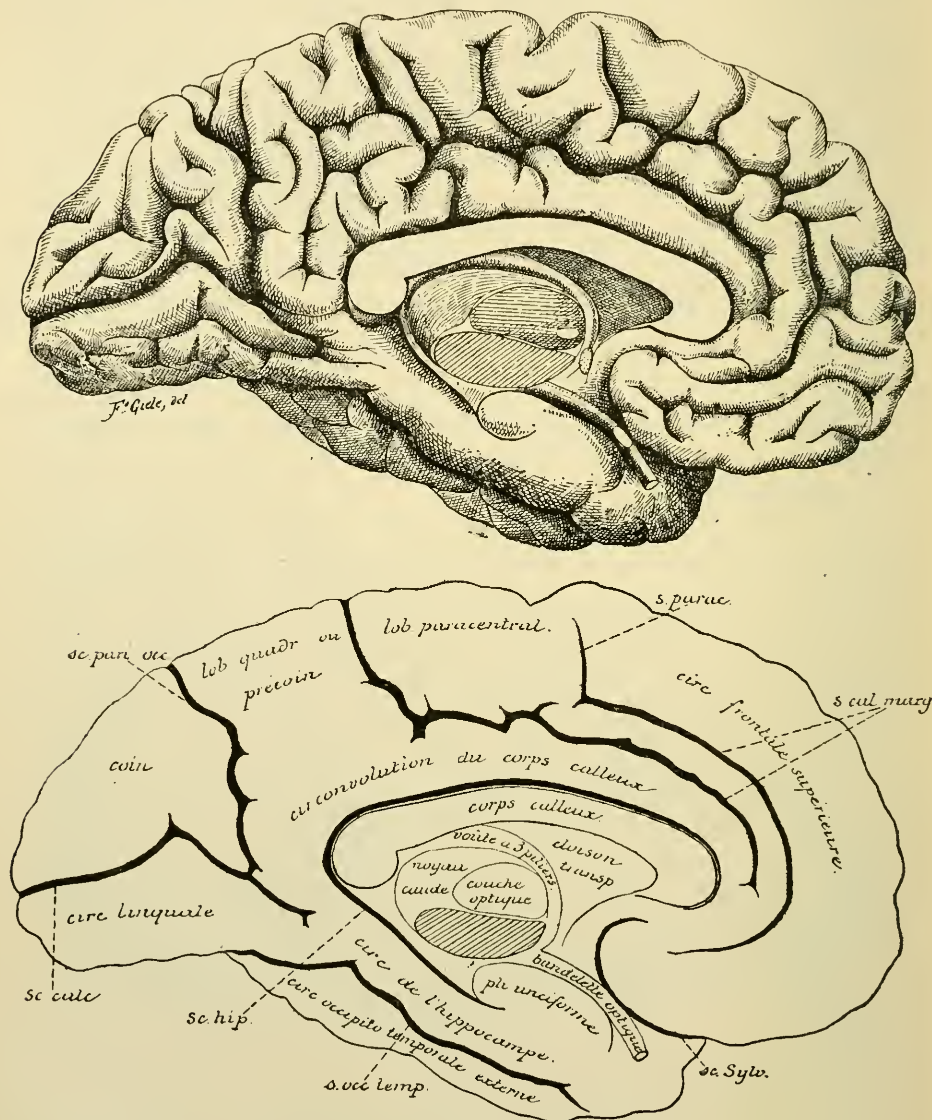


Fig. **67**.

Face interne du cerveau terminal. Gr. nat. 2/3.

s. occ. temp. : Fissure calcarine.

La circonvolution occipito-temporale externe s'appelle aussi circonvolution fusiforme.

médiane, comprise entre le bourrelet du corps calleux et la face postérieure du cerveau moyen, conduit dans le troisième ventricule.

La fissure de l'hippocampe est un sillon complet : la paroi des vésicules hémisphériques refoulée dans la cavité ventriculaire produit une saillie oblongue à grand diamètre antéro-postérieur sur la paroi inférieure du prolongement temporal du ventricule latéral : la *corne d'Ammon* ou *grand pied d'hippocampe* (*hippocampus* ou *pes hippocampi*).

6° La *fissure collatérale* existe sur la face inférieure du lobe occipito-temporal FIG. **68**; elle s'étend sur cette face depuis le pôle occipital jusqu'au

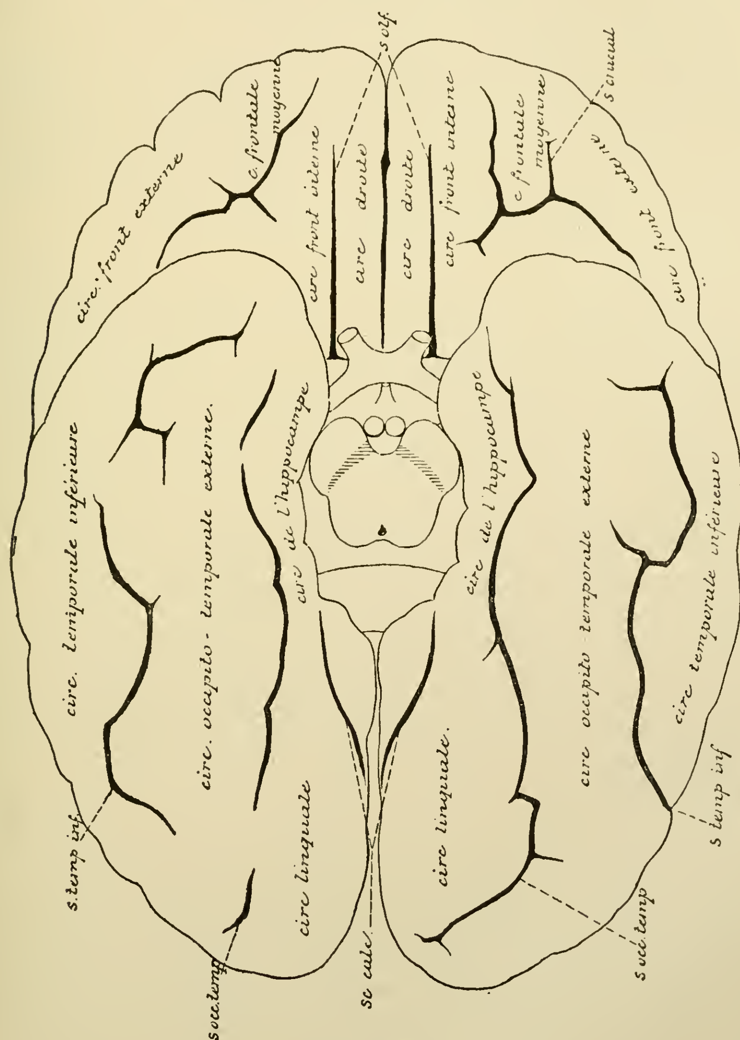


FIG. **68**.
Face inférieure du cerveau terminal. Gr. nat. 2/3.
s. occ. temp. : Fissure collatérale.
La circonvolution occipito-temporale externe s'appelle aussi circonvolution fusiforme.

pôle temporal. C'est un sillon complet : la paroi de la vésicule hémisphérique correspondante refoulée vers la cavité ventriculaire produit, sur la paroi inférieure du prolongement temporal du ventricule latéral, en dehors de la corne d'Ammon, une saillie plus ou moins constante connue sous le nom de *éminence collatérale* (*eminentia collateralis*).

Les sillons primaires divisent les hémisphères cérébraux en *lobes* (*lobi cerebri*) qui empruntent leurs noms, au moins pour ceux de la face externe et ceux de la face inférieure de chaque hémisphère, aux pièces osseuses du crâne auxquelles ils correspondent.

Cette division en lobes est surtout importante sur la face externe de l'hémisphère cérébral. Nous trouvons sur cette face trois sillons primaires : une partie de la *fissure de Sylvius,* le *sillon de Rolando* et une partie de la *fissure pariéto-occipitale.* Ces trois sillons délimitent quatre lobes.

La partie de chaque hémisphère située au-devant du sillon de Rolando constitue le *lobe frontal (lobus frontalis).*

La partie de chaque hémisphère située en dessous de la fissure de Sylvius prend le nom de *lobe temporal* (*lobus temporalis*). Derrière le sillon de Rolando et au-dessus de la fissure de Sylvius existe le *lobe pariétal* (*lobus parietalis*). Il s'étend en arrière jusqu'à la *scissure perpendiculaire externe,* derrière laquelle se trouve le *lobe occipital* (*lobus occipitalis).* Enfin, au fond de la fissure de Sylvius existe l'*insula de Reil.*

Les limites de ces lobes sont peu précises : le lobe frontal se continue avec le lobe pariétal aux deux extrémités du sillon de Rolando; le lobe pariétal et le lobe temporal se continuent directement avec le lobe occipital sans ligne de démarcation apparente. Cette division de la face externe des hémisphères en lobes est d'ailleurs purement conventionnelle. Elle ne repose en aucune façon sur l'organisation interne du cerveau terminal et a uniquement pour but de rendre l'orientation plus facile. C'est là toute sa valeur.

Cette division en lobes se retrouve encore sur la face inférieure des hémisphères cérébraux.

Nous avons vu que sur cette face existent quatre sillons primaires : une partie de la *fissure de Sylvius*, la *fissure de l'hippocampe*, la *fissure collatérale* et une partie de la *fissure calcarine.* La fissure de Sylvius établit la limite entre le *lobe orbitaire*, c'est-à-dire la face inférieure ou face orbitaire du *lobe frontal,* et le *lobe temporo-occipital.* La fissure de l'hippocampe et la fissure calcarine forment la limite interne du lobe temporo-occipital et le séparent du tronc cérébral en avant et de la face interne de l'hémis-

phère cérébral en arrière. La fissure collatérale ne délimite plus des lobes mais des simples circonvolutions.

Sur la face interne de chaque hémisphère cérébral on trouve la *fissure calcarine*, une partie de la *fissure pariéto-occipitale*, la *fissure de l'hippocampe* et une partie de la *fissure collatérale*. Mais la division admise pour cette face repose à la fois sur les sillons primaires et sur les sillons secondaires.

B. Sillons typiques secondaires.

Chacun des lobes de la face externe et de la face inférieure des hémisphères est subdivisé en *circonvolutions* par des sillons typiques secondaires, accessoires ou incomplets. Il en est de même de toute l'étendue de la face interne.

Face externe des hémisphères cérébraux.

Lobe frontal (lobus frontalis). On distingue au lobe frontal trois faces : une face externe, une face inférieure et une face interne.

La face externe du lobe frontal correspond à toute la partie de la face externe des hémisphères cérébraux située au-dessus de la fissure de Sylvius et au devant du sillon de Rolando, fig. 69. Elle est parcourue par trois sillons secondaires qui délimitent plus ou moins complètement quatre circonvolutions.

Le *sillon précentral* ou *prérolandique (sulcus praecentralis)* est situé à quelque distance au-devant du sillon de Rolando, il a la même direction que ce dernier et il est le plus souvent interrompu dans son trajet. De ce sillon partent en avant deux autres sillons à direction antéro-postérieure : le *sillon frontal supérieur (sulcus frontalis superior)* et le *sillon frontal inférieur (sulcus frontalis inferior).* Ils s'étendent depuis le sillon précentral jusqu'à l'extrémité antérieure ou pôle frontal des hémisphères.

Ces trois sillons décomposent la face externe du lobe frontal en quatre circonvolutions : la *circonvolution centrale antérieure (gyrus centralis anterior)*, appelée encore *circonvolution frontale ascendante,* comprise entre le sillon de Rolando ou sillon central et le sillon précentral ; la *circonvolution frontale supérieure (gyrus frontalis superior)* limitée par la fissure médiane interhémisphérique et le sillon frontal supérieur, fig. 70 ; la *circonvolution frontale moyenne (gyrus frontalis medius)* limitée par le sillon frontal supérieur et le sillon frontal inférieur et la *circonvolution*

frontale inférieure (gyrus frontalis inferior) comprise entre ce dernier sillon et la fissure de Sylvius. La circonvolution frontale moyenne est géné-

Fig. **69.**
Face externe du cerveau terminal. G. nat. 2/3.

ralement subdivisée par un sillon à direction antéro-postérieure en une *partie supérieure* (*pars superior*) et une *partie inférieure* (*pars inferior*) FIG. 75.

Pas plus que la division des hémisphères en lobes, la division des lobes en circonvolutions n'est nette et précise. Toutes ces circonvolutions se continuent l'une avec l'autre par des parties amincies qui contournent les extrémités des sillons et qu'on appelle des *plis ou des circonvolutions de passage (gyri transitivi)*. Les circonvolutions frontales supérieure, moyenne et inférieure se continuent en arrière avec la circonvolution centrale antérieure, de même qu'elles se continuent l'une avec l'autre sur la face inférieure du lobe frontal.

La circonvolution frontale inférieure mérite une description spéciale à cause de sa grande importance physiologique. Nous savons, en effet, depuis Broca, que la circonvolution frontale inférieure du *côté gauche* doit être considérée comme le centre du langage articulé. On lui donne aussi le nom de *circonvolution de Broca*.

Elle part de l'extrémité inférieure de la circonvolution centrale antérieure, contourne le rameau antérieur ascendant et le rameau antérieur horizontal de la fissure de Sylvius et se trouve ainsi subdivisée en trois parties :

1° La *portion operculaire (pars opercularis)* ou *pied* de la circonvolution de Broca située au-devant de l'extrémité inférieure de la circonvolution centrale antérieure ; elle est comprise entre le sillon précentral et le rameau vertical antérieur de la fissure de Sylvius.

2° La *portion triangulaire (pars triangularis)* appelée encore *cap de la circonvolution de Broca* ; elle est comprise entre le rameau horizontal antérieur et le rameau vertical antérieur de la fissure de Sylvius. Le pli qui la relie à la portion operculaire, en contournant l'extrémité supérieure du rameau vertical antérieur, porte le nom de *pli sourcilier*.

3° La *potion orbitaire* (*pars orbitalis*) ; elle est située en dessous du rameau horizontal antérieur et se continue, sur la face inférieure de l'hémisphère, avec les circonvolutions orbitaires.

De ces trois parties de la circonvolution frontale inférieure, la portion operculaire seule doit être considérée comme le centre de la parole.

Lobe pariétal (*lobus parietalis*). On distingue deux faces au lobe pariétal : une face externe et une face interne.

La face externe du lobe pariétal correspond à la partie de la face convexe de chaque hémisphère circonscrite par le sillon de Rolando en avant, la fissure de Sylvius en bas, et la fissure pariéto-occipitale en arrière. Elle répond à la face interne de l'os pariétal. On trouve sur cette

face deux sillons secondaires qui délimitent trois circonvolutions, FIG. **69, 70** et **71**.

1° Le *sillon interpariétal* (*sulcus interparietalis*). Il commence près du sommet de l'angle formé par le sillon de ROLANDO et la fissure de SYLVIUS, se

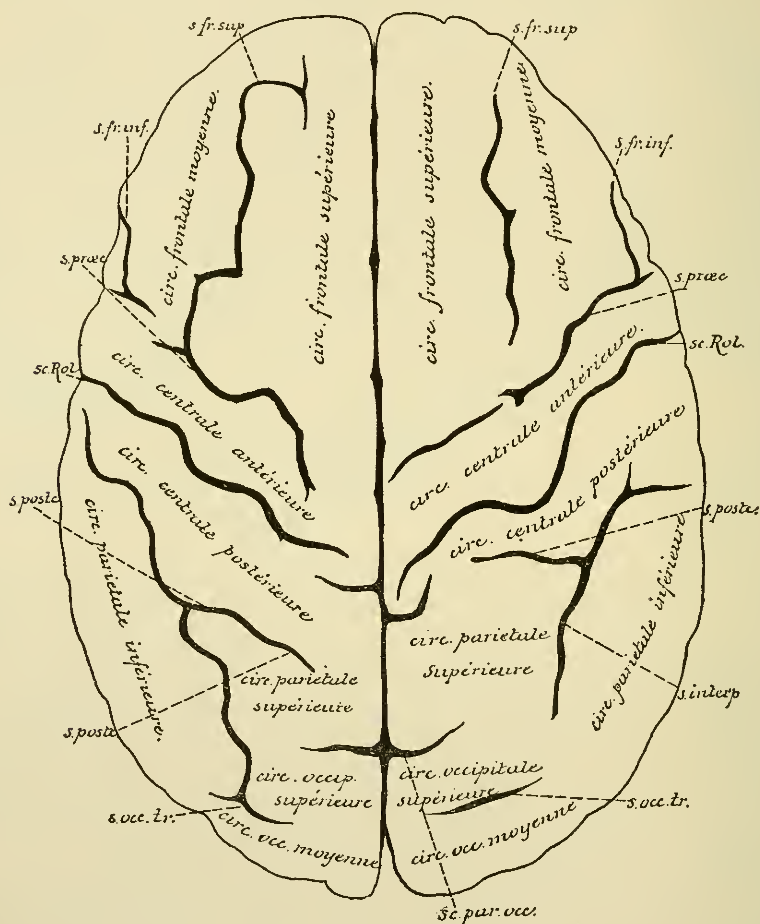


FIG. **70**.

Cerveau terminal vu par sa face supérieure. Gr. nat. 2/3.

s. fr. sup. : Sillon frontal supérieur.	*s. postc.* : Sillon postcentral.
s. fr. inf. : Sillon frontal inférieur.	*s. interp.* : Sillon interpariétal.
s. præc. : Sillon précentral.	*s. occ. tr.* : Sillon occipital transverse.
sc. Rol. : Sillon de ROLANDO.	*sc. par. occ.* : Fissure pariéto-occipitale.

dirige obliquement en haut et en arrière, puis se recourbe en arrière et s'étend jusque dans le lobe occipital. Au moment où il se recourbe, il émet une branche verticale qui continue la direction primitive et monte parallèlement au sillon de ROLANDO jusque près de la fissure médiane.

Ce sillon collatéral est très souvent indépendant du sillon interpariétal; il constitue :

2° Le *sillon postcentral* ou le *sillon postrolandique*.

Ces deux sillons divisent la face externe du lobe pariétal en trois circonvolutions :

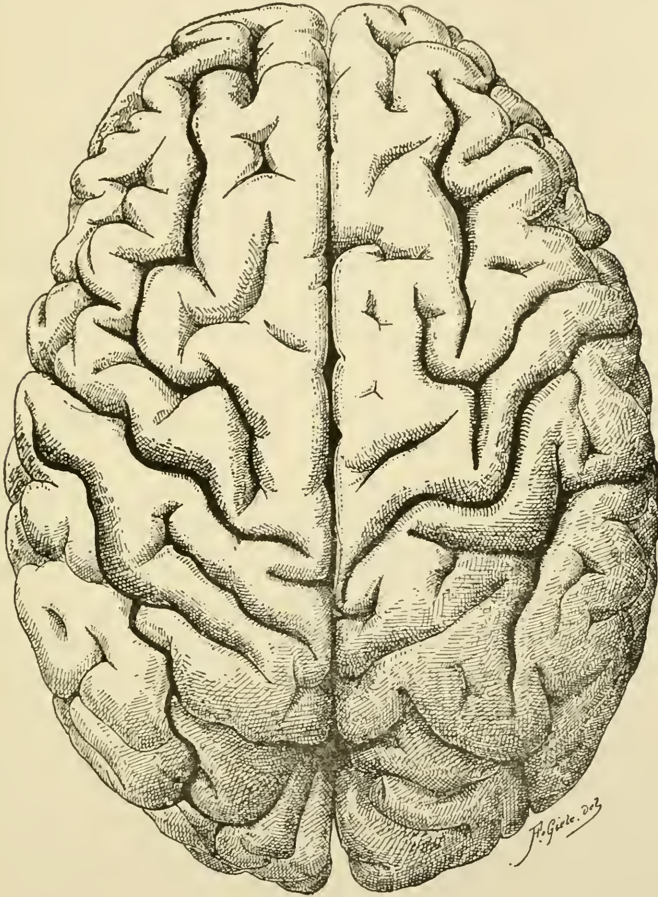


Fig. 71.
Cerveau terminal vu par sa face supérieure. Gr. nat. 2/3.

1° La *circonvolution pariétale ascendante* ou *circonvolution centrale postérieure* (*gyrus centralis posterior*) parallèle à la circonvolution centrale antérieure; elle est comprise entre le sillon de Rolando, le sillon postrolandique et le commencement du sillon interpariétal. A son extrémité inférieure elle se continue, en avant, avec la circonvolution centrale antérieure et, en arrière, avec la circonvolution pariétale inférieure. Son extrémité supérieure communique avec la circonvolution centrale antérieure et avec la circonvolution pariétale supérieure.

2° La *circonvolution pariétale supérieure* ou *lobule pariétal supérieur* (*lobulus parietalis superior*) est située au-dessus du sillon interpariétal, entre lui et la fissure médiane. Elle se continue en arrière avec la circonvolution occipitale supérieure.

3° La *circonvolution pariétale inférieure* ou *lobule pariétal inférieur* (*lobulus parietalis inferior*) comprise entre le sillon interpariétal et la fissure de Sylvius. Elle contourne en arrière l'extrémité postérieure de cette dernière fissure en formant un pli de passage qui la relie à la circonvolution temporale supérieure. Ce pli de passage porte le nom de *pli marginal* ou *circonvolution marginale supérieure* (*gyrus supramarginalis*).

Lobe occipital (*lobus occipitalis*). Le lobe occipital a la forme d'une pyramide triangulaire dont la base se continue avec le lobe pariétal et le lobe temporal et dont le sommet forme l'extrémité postérieure des hémisphères appelée *pôle occipital* (*polus occipitalis*). On distingue au lobe occipital une face interne, une face externe et une face inférieure.

La face interne sera décrite avec la face correspondante du lobe pariétal et du lobe frontal. La face inférieure se fusionne intimement avec la face correspondante du lobe temporal en formant le lobe temporo-occipital. La face externe constitue la partie de la face convexe de chaque hémisphère située en arrière de la fissure pariéto-occipitale. Elle se continue, sans ligne de démarcation précise, avec la face externe du lobe pariétal et du lobe temporal [1]). Les sillons qui parcourent cette face sont très variables d'individu à individu. On peut cependant, sur la plupart des hémisphères, trouver deux sillons assez constants divisant la face externe en trois circonvolutions, fig. **69** et **70**.

1° Le *sillon occipital supérieur*. Il est situé à quelque distance en dehors de la fissure médiane et il présente une direction parallèle à cette fissure. Il n'est, le plus souvent, que le prolongement du sillon interpariétal dans le lobe occipital. Il se termine, dans le lobe occipital, par un petit sillon à direction transversale appelé le *sillon occipital transverse* (*sulcus occipitalis transversus*), *s. occ. tr.*

2° Le *sillon occipital inférieur* ou *sillon occipital latéral, s. oc. lat.* C'est un sillon à direction antéro-postérieure situé tout près du bord inférieur de la face externe du lobe occipital.

Ces deux sillons délimitent trois circonvolutions qui convergent toutes vers la pointe du lobe :

1° La *circonvolution occipitale supérieure*. Elle communique par un

[1]) On prend généralement comme limite antérieure du lobe occipital la prolongation de la fissure perpendiculaire externe.

pli de passage contournant la fissure perpendiculaire externe avec la circonvolution pariétale supérieure.

2° La *circonvolution occipitale moyenne* se continuant en avant avec les circonvolutions temporales supérieure et moyenne et avec la circonvolution pariétale inférieure.

3° La *circonvolution occipitale inférieure* se continuant avec la circonvolution temporale inférieure.

Lobe temporal (*lobus temporalis*). On distingue au lobe temporal une face externe et une face inférieure.

La face externe correspond à la partie de la face convexe de chaque hémisphère située en dessous de la fissure de Sylvius; celle-ci sépare le lobe temporal du lobe frontal et d'une partie du lobe pariétal. Le lobe temporal n'est séparé du lobe occipital que par une ligne fictive : le prolongement en bas de la fissure perpendiculaire externe. La face externe de ce lobe est parcourue par deux sillons parallèles à la fissure de Sylvius, fig. 69.

1° Le *sillon temporal supérieur* ou *sillon parallèle* (*sulcus temporalis superior*) et

2° Le *sillon temporal moyen* (*sulcus temporalis medius*).

Ces deux sillons délimitent trois circonvolutions :

1° La *circonvolution temporale supérieure* (*gyrus temporalis superior*). Elle limite en bas la fissure de Sylvius. Elle se continue, en arrière, avec la circonvolution pariétale inférieure au moyen du *pli marginal* ou *circonvolution supra-marginale* (*gyrus supramarginalis*) qui contourne l'extrémité postérieure de la fissure de Sylvius. Le pli de passage qui contourne l'extrémité postérieure du sillon parallèle s'appelle le *pli courbe* ou *circonvolution angulaire* (*gyrus angularis*).

2° La *circonvolution temporale moyenne* (*gyrus temporalis medius*) et

3° La *circonvolution temporale inférieure* (*gyrus temporalis inferior*) se continuant toutes deux en arrière avec les circonvolutions occipitales.

Littérature.

W. His : *Die anatomische Nomenclatur;* Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abtheilung, 1895. Supplement-Band.

CINQUIÈME LEÇON

Le Cerveau terminal ou télencéphale.

Conformation externe du télencéphale. (*Suite*).

L'insula de Reil. Les sillons typiques secondaires et les circonvolutions qu'ils délimitent sur la face inférieure et sur la face interne de chaque hémisphère cérébral. Les sillons atypiques ou tertiaires. Situation des sillons primaires de la face convexe des hémisphères cérébraux par rapport aux sutures de la boîte cranienne. Face inférieure du cerveau terminal uni au cerveau intermédiaire. Le rhinencéphale.

Nous avons vu, dans la dernière leçon, que les sillons qui parcourent la surface du cerveau terminal se divisent en sillons typiques ou constants et en sillons atypiques ou inconstants. Les sillons typiques eux-mêmes comprennent deux groupes importants : les sillons primaires dont le plus grand nombre sont des sillons complets ou des *fissures* et les sillons secondaires. Les sillons primaires, au nombre de six, divisent la surface des hémisphères en *lobes*; les sillons secondaires, beaucoup plus nombreux, subdivisent les lobes en circonvolutions.

Nous avons décrit les sillons secondaires et les circonvolutions qu'ils délimitent sur la face externe de l'hémisphère cérébral.

Il nous reste encore à voir les sillons secondaires de la partie de la face externe de l'hémisphère cérébral qui forme l'*insula*, ainsi que les sillons secondaires de la face inférieure et de la face interne de chaque hémisphère.

Lobe de l'insula de Reil. En écartant largement les deux bords de la fissure de Sylvius, on trouve, au fond de cette fissure, une partie repliée de l'écorce cérébrale parcourue par des sillons et des circonvolutions formant l'*insula de Reil*. Nous avons vu plus haut que, à un moment donné du développement embryonnaire, le fond de l'insula formait une partie libre de la face externe des vésicules hémisphériques. A

partir du troisième mois de la vie embryonnaire, cette partie de l'écorce cérébrale subit un retard dans son développement, au point qu'au sixième mois, FIG. 72, les parties voisines la débordent en avant, en haut

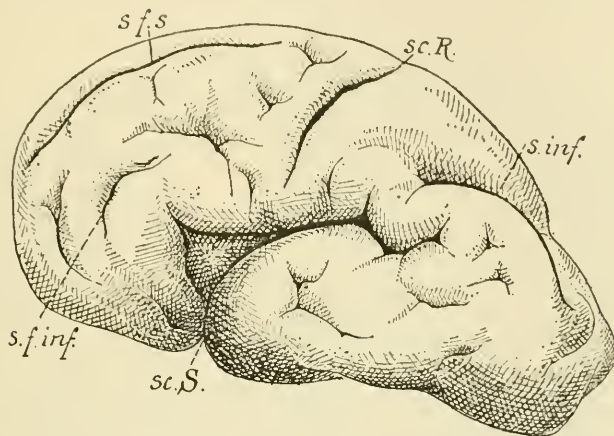


FIG. 72.

Face externe du cerveau terminal d'un embryon humain de 30 centimètres de longueur (environ 5 1/2 mois) montrant les sillons primaires ou fissures et quelques sillons secondaires. Gr. nat.

sc. S. : Fissure de SYLVIUS.
sc. R. : Sillon de ROLANDO.
s. f. s. : Sillon frontal supérieur.
s. f. inf. : Sillon frontal inférieur.
s. inf. : Sillon interpariétal.

et en arrière. Le lobe frontal, le lobe pariétal et le lobe temporal continuant à se développer recouvrent bientôt la partie de l'écorce cérébrale au niveau de l'insula et produisent, en se rencontrant, la profonde fissure de SYLVIUS. Les lèvres de cette fissure portent encore le nom d'*opercule* (*operculum*). L'opercule inférieur est formé par une partie du lobe temporal (*pars temporalis operculi*) ; l'opercule supérieur est constitué à la fois par une partie du lobe frontal et par une partie du lobe pariétal (*pars parietalis operculi*) ; tandis que l'opercule antérieur, le plus court, appartient au lobe frontal (*pars frontalis operculi*).

La situation de l'insula de REIL apparaît nettement sur une coupe frontale, FIG. 73, ou bien sur une coupe horizontale de tout le cerveau terminal faite vers la partie moyenne de la fissure de SYLVIUS. Ces coupes montrent le rapport intime qui existe entre l'insula de REIL et les ganglions gris de la base.

Pour étudier les sillons et les circonvolutions de ce lobe, il faut écarter largement, sur un cerveau frais, les deux lèvres de la fissure, ou bien enlever sur un cerveau durci les circonvolutions voisines, FIG. 74.

On voit alors, au fond de la fissure, un lobule de forme triangulaire séparé des parties voisines par le *sillon circulaire de Reil* (*sulcus circularis*). Ce lobule est divisé en deux parties par un *sillon central* dirigé

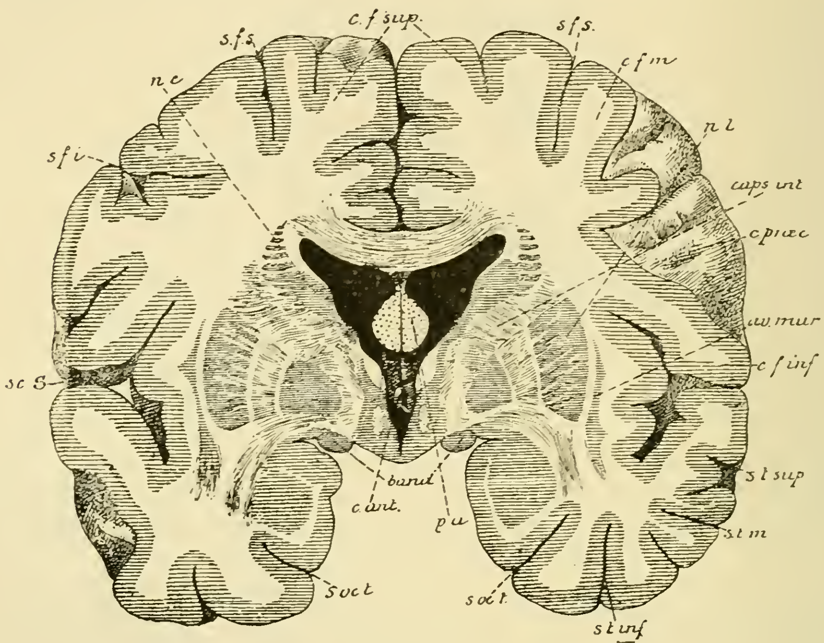


Fig. **73**.

Coupe frontale du cerveau terminal passant par la fissure de Sylvius et montrant l'insula de Reil en rapport avec les ganglions de la base. Gr. nat. 3/4.

sc. S. : Fissure de Sylvius.
s. f. i. : Sillon frontal inférieur.
nc : Noyau caudé.
s. f. s. : Sillon frontal supérieur.
c. f. sup. : Circonvolution frontale supérieure.
c. f. m. : Circonvolution frontale moyenne.
n. l. : Noyau lenticulaire.
caps. int. : Capsule interne.
c. prœc. : Sillon précentral.
av. mur : Avant-mur.
c. f. inf. : Circonvolution frontale inférieure.
s. t. sup. : Sillon temporal supérieur.
s. t. m. : Sillon temporal moyen.
s. t. inf. : Sillon temporal inférieur.
s. occ. t. : Sillon occipito-temporal ou fissure collatérale.
p. a. : Piliers antérieurs de la voûte.
band. : Bandelettes optiques.
c. ant. : Commissure antérieure.

obliquement en bas et en avant. Ce sillon apparaît déjà vers la fin du sixième mois de la vie intra-utérine.

La partie antérieure ou *partie frontale* est plus volumineuse et plus large que la partie postérieure ou *partie pariéto-temporale*. La partie frontale est subdivisée en deux par un sillon *précentral*. Toute la partie de l'écorce cérébrale qui correspond à l'insula de Reil se trouve ainsi divisée en

trois circonvolutions, lesquelles, réunies en bas et en avant au niveau du sommet ou du *pôle de l'insula* ou *pôle de Broca*, se dirigent en haut et en arrière en s'écartant l'une de l'autre.

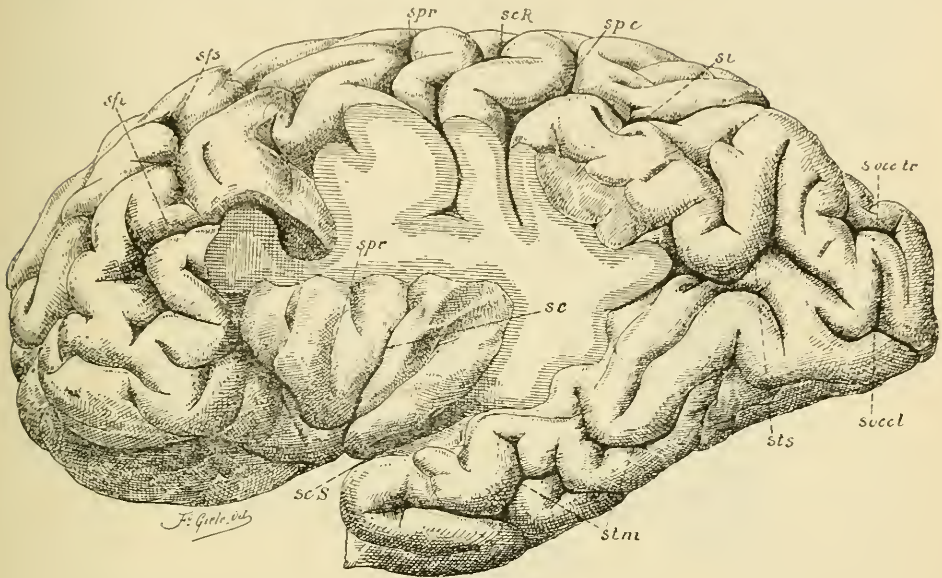


Fig. 74.

Face externe de l'hémisphère cérébral gauche montrant les circonvolutions de l'insula de Reil. Gr. nat. 2/3.

On a enlevé la circonvolution temporale supérieure constituant l'opercule inférieur et une partie des deux circonvolutions centrales et de la circonvolution pariétale inférieure formant l'opercule supérieur.

sfi : Sillon frontal inférieur.
sfs : Sillon frontal supérieur.
spr : Sillon précentral.
sc. R. : Sillon de Rolando.
spc : Sillon postcentral.
si : Sillon interpariétal.
s. occ. tr. : Sillon occipital transverse.
s. occ. l. : Sillon occipital latéral.
sts : Sillon temporal supérieur.
stm : Sillon temporal moyen.
sc. S. : Fissure de Sylvius.
sc : Sillon central de l'insula de Reil.
spr : Sillon précentral de l'insula.

Face inférieure de l'hémisphère cérébral.

La face inférieure de chaque hémisphère cérébral est divisée en deux lobes par la partie transversale de la fissure de Sylvius : le *lobe orbitaire* et le *lobe temporo-occipital.*

Lobe orbitaire. On donne le nom de lobe orbitaire à la face inférieure du lobe frontal reposant sur la face supérieure de la portion orbitaire de l'os frontal. Cette face inférieure du lobe frontal, fig. 76,

s'étend depuis l'extrémité antérieure de chaque hémisphère, appelée aussi *pôle frontal* (*polus frontalis*), jusqu'à la partie traversale de la fissure de Sylvius. On y retrouve les trois circonvolutions frontales de la face externe, que l'on appelle *circonvolutions orbitaires (gyri orbitales)*, séparées l'une de l'autre par les *sillons orbitaires* (*sulci orbitales*).

La circonvolution frontale supérieure est devenue ici la circonvolution frontale interne ; elle longe la grande fissure médiane interhémis-

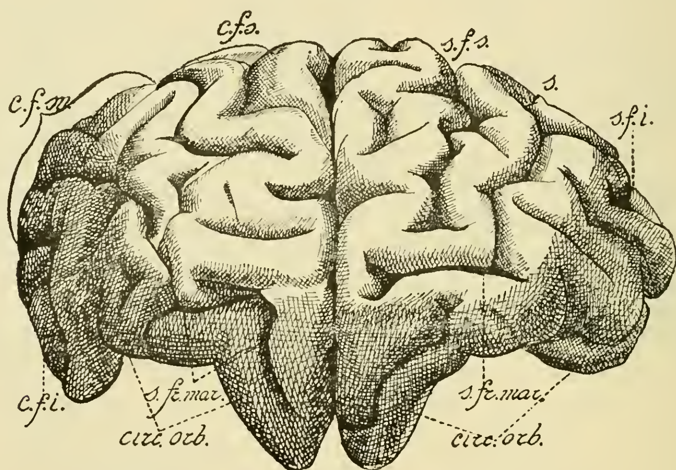


Fig. 75.

Cerveau terminal vu par son extrémité antérieure. Gr. nat. 3/4.

c. f. s. : Circonvolution frontale supérieure.
c. f. m. : Circonvolution frontale moyenne.
c. f. i. : Circonvolution frontale inférieure.
s. f. s. : Sillon frontal inférieur.
s : Sillon intermédiaire divisant la circonvolution frontale moyenne en une partie supérieure et une partie inférieure.
s. f. t. : Sillon frontal inférieur.
s. fr. mar. : Sillon fronto-marginal de Wernicke.
circ. orb. : Circonvolutions orbitaires.

phérique. Elle est parcourue par un sillon profond, le *sillon olfactif* (*sulcus olfactorius*), dans lequel repose la bandelette olfactive avec le bulle olfactif. Ce sillon sépare de cette circonvolution frontale une partie interne qui prend le nom de *circonvolution droite* (*gyrus rectus*).

La circonvolution frontale moyenne ne s'étend que jusque vers le milieu de la face orbitaire du lobe frontal, tandis que la circonvolution frontale inférieure, devenue externe, s'étend jusqu'à la fissure de Sylvius. On trouve entre ces trois circonvolutions un sillon en forme de H appelé *sillon crucial.*

Les circonvolutions frontales de la face externe du lobe frontal ne

se continuent pas directement avec les circonvolutions de la face inférieure du même lobe, mais elles en sont séparées par un sillon horizontal plus ou moins étendu existant sur le lobe frontal au niveau de son extrémité antérieure, c'est le *sillon fronto-marginal* de Wernicke, fig. 75.

Lobe temporo-occipital. La face inférieure du lobe temporal se continue, sans ligne de démarcation, avec la face inférieure du lobe occipital constituant le lobe *temporo-occipital*, fig. 76 et 77. Ce lobe s'étend, à la face infé-

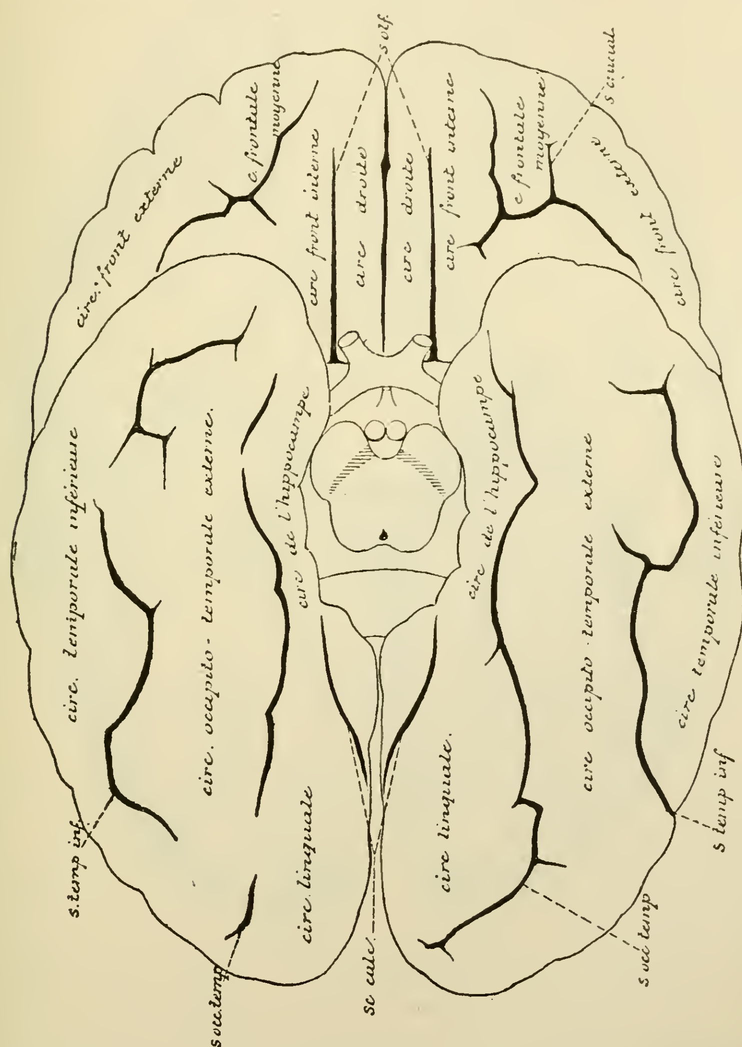


Fig. 76.
Face inférieure du cerveau terminal. Gr. nat. 2/3.
s. occ. temp. : Fissure collatérale.
La circonvolution occipito-temporale externe s'appelle aussi circonvolution fusiforme.

rieure de chaque hémisphère, depuis l'extrémité antérieure du lobe temporal ou *pôle temporal* (*polus temporalis*) jusqu'à l'extrémité postérieure du lobe occipital ou *pôle occipital;* il se trouve limité en dedans par la fissure de l'hippocampe, qui le sépare du pédoncule cérébral en avant, et par la fissure calcarine qui le sépare de la face interne de l'hémisphère cérébral en arrière.

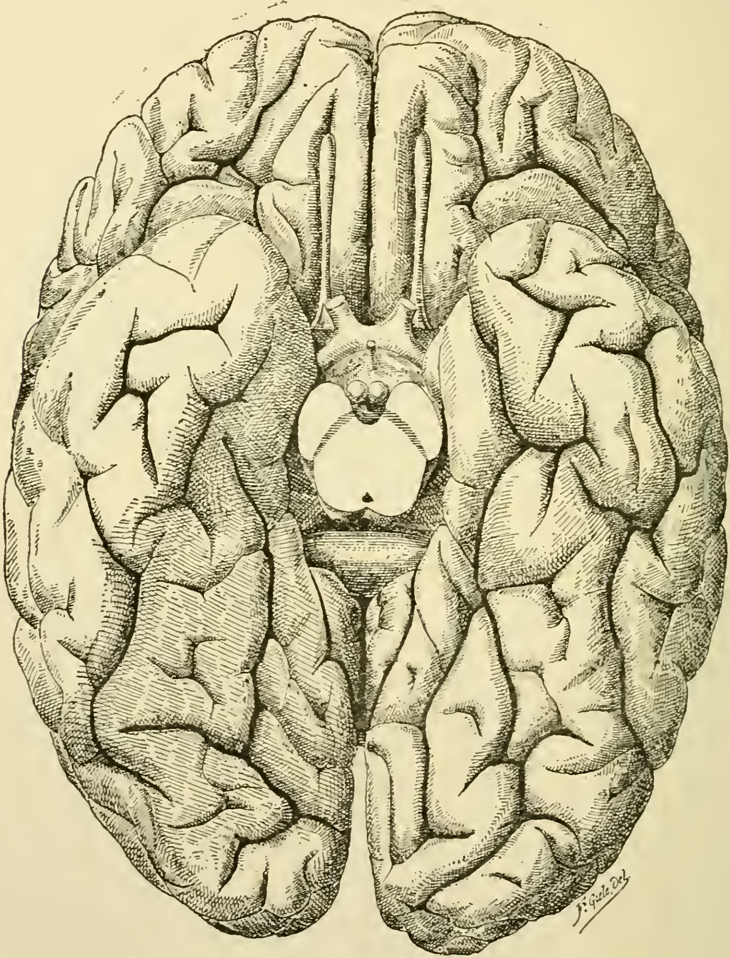


Fig. **77.**
Face inférieure du cerveau terminal. Gr. nat. 2/3.

Le lobe temporo-occipital est divisé par la *fissure collatérale*, appelée quelquefois encore *sillon occipito-temporal*, en une partie externe et une partie interne.

La partie externe du lobe temporo-occipital est parcourue par un sillon à direction antéro-postérieure, le *sillon temporal inférieur* (*sulcus temporalis inferior*). Ce sillon délimite deux circonvolutions :

1° La *circonvolution temporale inférieure* (*gyrus temporalis inferior*) formant le bord externe du lobe temporo-occipital et empiétant à la fois sur la face externe et sur la face inférieure de ce lobe.

2° La *circonvolution fusiforme* (*gyrus fusiformis*), appelée quelquefois encore *circonvolution occipito-temporale externe*, comprise entre le sillon temporal inférieur et la fissure collatérale.

La partie interne du lobe temporo-occipital est limitée par la fissure collatérale en dehors, par la fissure calcarine et la fissure de l'hippocampe en dedans. On la trouve en partie sur la face inférieure et en partie sur la face interne de chaque hémisphère, depuis le pôle occipital jusqu'au pôle temporal. Le long de la fissure calcarine, cette partie interne, très large, empiète sur la face interne des hémisphères et porte le nom de *circonvolution linguale (gyrus lingualis)*. Elle se rétrécit au niveau du bourrelet du corps calleux, puis s'élargit de nouveau le long de la fissure de l'hippocampe où elle prend le nom de *circonvolution de l'hippocampe (gyrus hippocampi)*. A son extrémité antérieure, la circonvolution de l'hippocampe s'élargit considérablement, puis se recourbe en dedans et un peu en arrière en formant un petit crochet appelé *repli unciforme* ou *crochet de la circonvolution de l'hippocampe* (*uncus gyri hippocampi*). Ce repli unciforme est généralement croisé par un petit cordon gris, lequel, d'après les recherches de Giacomini, constitue la partie terminale du faisceau denté.

En soulevant en dehors la circonvolution de l'hippocampe pour pénétrer dans la fissure de l'hippocampe, on tombe sur une lamelle grise, d'un aspect mamelonné, appelée le *corps godronné* ou le *faisceau denté de l'hippocampe* (*fascia dentata hippocampi*), fig. 78. On décrit généralement ce faisceau denté avec les éléments constitutifs du prolongement temporal du ventricule latéral, mais, comme le font remarquer à juste titre M^r et Mme Dejerine, « ce faisceau denté fait partie d'une véritable circonvolution annulaire, la *circonvolution godronnée* de Mathias Duval. Elle constitue une petite circonvolution avortée, irrégulièrement développée, laquelle représente le véritable *bord d'arrêt de l'écorce cérébrale* ».

Ce faisceau denté longe, en dehors, une mince lamelle blanche connue sous le nom de *fimbria*. Arrivés dans le voisinage du bourrelet du corps calleux, le faisceau denté se sépare de la fimbria; celle-ci se continue, sur la face inférieure du corps calleux, avec le pilier postérieur

correspondant du trigone cérébral, tandis que le faisceau denté, devenu lisse et régulier, contourne le bourrelet du corps calleux, pour se continuer, sur la face supérieure de ce corps, avec les *nerfs de Lancisi*. Au niveau du bourrelet du corps calleux, le faisceau denté prend le nom de *fasciola cinerea*. A son extrémité postérieure le faisceau denté se continue donc avec la *fasciola cinerea* et, par là, se rend sur la face supérieure du corps calleux. A son extrémité antérieure, au contraire, d'après les recherches de Giacomini, le faisceau denté devenu lisse et régulier sort de la fissure de l'hippocampe, croise transversalement le crochet ou l'*uncus* sous le nom de *bandelette de l'uncus* ou *bandelette de* Giacomini pour se terminer sur la face inférieure du crochet de l'hippocampe.

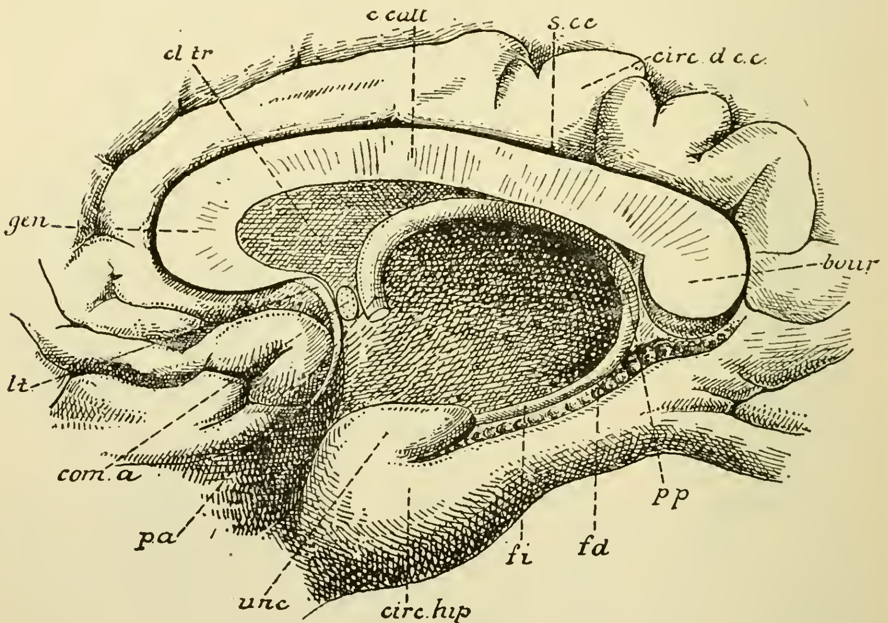


Fig. 78.

Partie d'une section médiane de l'encéphale, après l'enlèvement de la couche optique, montrant le pilier postérieur du trigone dans le prolongement temporal du ventricule latéral, *fi*, et le faisceau denté, *fd*. Gr. nat.

gen. : Genou du corps calleux.
cl. tr. : Cloison transparente.
s. c. c. : Sillon du corps calleux.
circ. d. c. c. : Circonvolution du corps calleux.
bour. : Bourrelet du corps calleux.

pp : Pilier postérieur de la voûte.
unc. : Repli unciforme.
pa : Pilier antérieur de la voûte.
com. a. : Commissure antérieure.
lt : Lame terminale.

Face interne de l'hémisphère cérébral.

La face interne de chaque hémisphère, FIG. 79, appartient à la fois au lobe frontal, au lobe pariétal, au lobe occipital et même au lobe temporal. Mais, tandis que la fissure pariéto-occipitale sépare nettement l'un de l'autre le lobe occipital du lobe pariétal et que la fissure de l'hippocampe avec la fissure calcarine limitent en dedans le lobe temporo-occipital, il n'y a pas de ligne de démarcation précise entre le lobe pariétal et le lobe frontal.

Cette face présente quatre sillons primaires ou fissures que nous avons décrits plus haut :

1° La fissure calcarine, *sc. calc.* ;

2° La partie interne de la fissure pariéto-occipitale ou fissure perpendiculaire interne, *sc. pari. occ.* ;

3° La fissure de l'hippocampe et

4° La partie antérieure de la fissure collatérale.

Ces deux dernières fissures sont visibles également sur la face inférieure de chaque hémisphère cérébral.

En dessous de la fissure calcarine apparaît la circonvolution linguale. Entre la fissure de l'hippocampe et la partie antérieure de la fissure collatérale on voit la circonvolution de l'hippocampe dont la partie antérieure renflée et recourbée sur elle-même porte le nom de *crochet.*

La fissure calcarine et la fissure pariéto-occipitale délimitent un lobule triangulaire qu'on appelle le *coin* (*cuneus*). La partie postérieure et inférieure du coin contourne quelquefois l'extrémité postérieure de la fissure calcarine et se continue avec la circonvolution linguale au moyen d'un pli de passage qui constitue la *circonvolution descendante (gyrus descendens).*

Toute la partie de la face interne de l'hémisphère cérébral placée au-devant de la fissure pariéto-occipitale appartient au lobe frontal et au lobe pariétal. Elle est séparée du corps calleux par un sillon profond, le *sillon du corps calleux (sulcus corporis callosi)*, et est parcourue par un sillon secondaire, le *sillon calloso-marginal (sulcus cinguli)*, qui commence en dessous du genou du corps calleux et court parallèlement à ce dernier, environ à mi-chemin entre lui et le bord supérieur des hémisphères. Près de l'extrémité postérieure du corps calleux, ce sillon s'infléchit en haut et se termine au bord supérieur de l'hémisphère. Un peu au-devant de l'endroit ou le sillon calloso-marginal s'infléchit vers le bord supérieur de l'hémisphère il émet une petite branche collatérale appelée *sillon paracentral.* On distingue à ce sillon calloso-marginal deux

parties : une partie *subfrontale (pars subfrontalis)* et une *partie marginale (pars marginalis)*.

La partie de la face interne des hémisphères comprise entre le

FIG. 79.

Face interne du cerveau terminal. Gr. nat. 2/3.

s. occ. temp. : Fissure calcarine.

La circonvolution occipito-temporale externe s'appelle aussi circonvolution fusiforme.

sillon du corps calleux et le sillon calloso-marginal forme la *circonvolution du corps calleux.* Celle-ci s'amincit considérablement en dessous du bourrelet du corps calleux, pour se continuer avec la circonvolution de l'hippocampe.

Entre la fissure pariéto-occipitale et la partie terminale du sillon calloso-marginal on trouve un lobule plus ou moins quadrilatère, séparé de la circonvolution du corps calleux par un sillon inconstant, le *sillon sous-pariétal (sulcus subparietalis)* ; c'est le *précoin (praecuneus)* ou *lobule quadrilatère.*

Entre la partie terminale du sillon calloso-marginal et le sillon paracentral qui en provient existe encore un lobule quadrilatère qui correspond à l'extrémité supérieure des deux circonvolutions centrales de la face externe des hémisphères : c'est le *lobule paracentral (lobulus paracentralis.)* Enfin, au-devant de ce lobule et au-dessus du sillon calloso-marginal, nous avons la face interne de la circonvolution frontale supérieure.

La circonvolution du corps calleux et la circonvolution de l'hippocampe décrivent, par leur ensemble, une grande courbe à concavité antérieure contournant le corps calleux et le pédoncule cérébral. Ces deux circonvolutions réunies forment le *grand lobe limbique de Broca* ou la *circonvolution de l'ourlet* (*gyrus fornicatus*). Ce lobe limbique est limité, d'avant en arrière, par la partie sous-frontale du sillon calloso-marginal qui le sépare des circonvolutions orbitaires, par la partie marginale du même sillon qui le sépare de la face interne de la circonvolution frontale supérieure et du lobule paracentral, par le sillon sous-pariétal qui le délimite vis-à-vis du précoin, par la fissure pariéto-occipitale et la fissure calcarine qui le séparent du coin et du lobule lingual et par la partie antérieure de la fissure collatérale qui établit sa limite vis-à-vis de la circonvolution fusiforme.

Le lobe limbique comprend quatre parties :

1° la *circonvolution du corps calleux* (*gyrus cinguli*) ou *première circonvolution limbique* comprise entre le sillon calloso-marginal (*sulcus cinguli*) et le sillon du corps calleux (*sulcus corporis callosi*); arrivée en dessous du bourrelet du corps calleux, cette circonvolution se rétrécit considérablement et forme

2° l'*isthme de la circonvolution du corps calleux* (*isthmus gyri fornicati*), puis elle se continue avec

3° la *circonvolution de l'hippocampe* (*gyrus hippocampi*) ou *deuxième circonvolution limbique*, laquelle se termine par

4° le *crochet de la circonvolution de l'hippocampe* (*uncus gyri hippocampi*).

Quand on soulève la première circonvolution limbique pour pénétrer dans le sillon qui la sépare de la face supérieure du corps calleux ou *sillon du corps calleux*, on tombe sur une mince lamelle grise recouvrant, de chaque côté de la ligne médiane, la face convexe du corps calleux; c'est le *voile gris* ou *indusium gris* qui représente la continuation de la *fasciola cinerea*. Cette mince lamelle grise se continue en dehors avec l'écorce grise de la circonvolution du corps calleux ; quand on enlève cette circonvolution, le voile gris présente un bord latéral irrégulier appelé *strie longitudinale latérale* (*stria longitudinalis lateralis* ou *taenia tecta*). Cette lamelle grise est limitée en dedans, tout près de la ligne médiane, par un bord blanc légèrement épaissi : la *strie longitudinale médiane (stria longitudinalis medialis)* appelée quelquefois encore *nerf de Lancisi*.

Nous avons vu que, quand on écarte la circonvolution de l'hippocampe du pédoncule cérébral voisin, on trouve au fond de la fissure de l'hippocampe une circonvolution avortée portant le nom de *faisceau denté (fascia dentata)*, *corps godronné* ou *circonvolution godronnée*. Cette circonvolution représente, sur la face inférieure de l'hémisphère cérébral, le bord d'arrêt de l'écorce grise du cerveau terminal.

L'indusium gris avec la *fasciola cinerea* représentent de même, sur la face interne de l'hémisphère cérébral, le bord d'arrêt de l'écorce grise du cerveau terminal. La *fasciola cinerea* contourne, en arrière, le bourrelet du corps calleux et se continue avec le faisceau denté; l'indusium gris se prolonge, en avant, sur la face inférieure du genou du corps calleux pour se continuer avec un petit faisceau blanc longeant, de chaque côté, la *lame terminale* et connu sous le nom de *pédoncule du corps calleux* ou mieux *circonvolution sous-calleuse (gyrus subcallosus)* de Zuckerkandl. Ce pédoncule du corps calleux s'étend jusqu'au niveau de l'extrémité antérieure du lobe temporal.

Il existe donc, dans toute l'étendue du sillon qui limite en dedans le lobe limbique, une circonvolution avortée formée, d'avant en arrière, par la *circonvolution sous-calleuse*, l'*indusium gris* avec le *nerf de Lancisi*, la *fasciola cinerea*, la *fascia dentata* et la *bandelette de Giacomini*. Cette circonvolution avortée décrit une courbe à concavité antérieure dont les deux extrémités se terminent dans le voisinage immédiat l'une de l'autre : au niveau du crochet de l'hippocampe.

C. Sillons tertiaires.

Outre les sillons primaires et les sillons secondaires, qui sont des sillons typiques et constants et qui divisent la surface des hémisphères cérébraux en lobes et en circonvolutions, il existe encore des sillons tertiaires, atypiques ou inconstants, dont la disposition varie de cerveau à cerveau et qui masquent plus ou moins la topographie normale. Aussi, quand on examine la surface d'un hémisphère cérébral, doit-on toujours commencer par rechercher les sillons primaires : 1° la fissure de Sylvius que l'on trouvera sans aucune difficulté ; 2° le sillon de Rolando que l'on cherchera, d'une part, dans l'angle formé par le rameau horizontal postérieur et le rameau vertical antérieur de la fissure de Sylvius et, d'autre part, près de la fissure médiane interhémisphérique au-devant de la terminaison du sillon calloso-marginal ; 3° enfin la fissure pariéto-occipitale que l'on reconnaîtra facilement sur la face interne et la face externe de l'hémisphère cérébral. Par là, on a déjà les limites des différents lobes de la face externe de l'hémisphère cérébral et on trouvera facilement, dans chacun d'eux, les sillons secondaires circonscrivant les circonvolutions.

Sur la face inférieure de l'hémisphère cérébral on trouvera sans difficulté le commencement de la fissure de Sylvius séparant le lobe orbitaire du lobe temporo-occipital.

Enfin, sur la face interne, la fissure perpendiculaire interne et la fissure calcarine frappent de suite les regards.

Rapport entre les sillons principaux de la face externe et les sutures de la boîte cranienne.

Un point intéressant à connaître, c'est la situation des sillons et des circonvolutions par rapport aux sutures de la boîte cranienne, fig. 80. D'après les recherches faites par un grand nombre d'auteurs, le sillon de Rolando est situé à la face interne de l'os pariétal, un peu en arrière de la suture coronaire. Sa direction est oblique en bas et en avant. Son extrémité supérieure est située 48 mm. en arrière de la suture coronaire, tandis que pour son extrémité inférieure, qui s'étend jusque près du bord supérieur de la portion squammeuse du temporal, cette distance n'est que de 28 mm.

Pour la fissure de Sylvius on prend comme point de repère la bifurcation de cette fissure en rameau horizontal postérieur et rameau antérieur ascendant; cette bifurcation se fait au point de réunion de

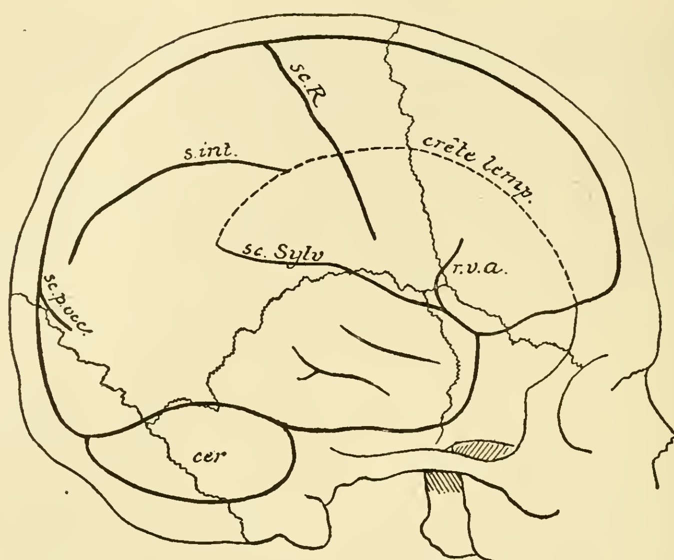


Fig. 80.
Rapports des sillons principaux de la face externe du cerveau terminal avec les sutures du crâne, d'après Broca et Ecker (Schwalbe).

sc. R. : Sillon de Rolando.
s. int. : Sillon interpariétal.
sc. Sylv. : Fissure de Sylvius.
r. v. a. : Rameau vertical antérieur de la fissure de Sylvius.
sc. p. occ. : Fissure pariéto-occipitale.
cer. : Cervelet.

l'extrémité supérieure de la grande aile du sphénoïde avec la suture squammeuse.

La fissure pariéto-occipitale se trouve au point de réunion de la suture sagittale avec la suture lambdoïde.

Pour déterminer, sur le vivant, la position exacte des trois sillons primaires de la face externe des hémisphères cérébraux on doit avoir recours à certains points de repère fixes et tracer, avec leur secours, ce qu'on appelle la ligne rolandique, la ligne occipitale et la ligne sylvienne.

Ligne rolandique. Pour tracer cette ligne il faut commencer par établir la position exacte de l'extrémité supérieure et de l'extrémité inférieure du sillon de Rolando. Voici comment Poirier conseille de faire. Pour l'extrémité supérieure : « Mesurer avec soin la distance qui sépare le fond de l'angle naso-frontal de l'inion (c'est-à-dire de la protubérance occipitale externe), en suivant bien la ligne sagittale ou ligne médiane antéro-postérieure ; prendre la moitié de cette distance

à partir du point nasal, y ajouter 2 cm. en arrière et marquer ce point qui donne certainement, à 1 cm. près, le point de la voûte qui répond au haut du sillon de Rolando ». Pour l'extrémité inférieure : « Reconnaître et tracer au crayon l'arcade zygomatique qui est sensiblement horizontale ; sur cette ligne de l'arcade élever une perpendiculaire passant juste au-devant du tragus, par la fossette ou *dépression pré-auriculaire*, et compter, à partir du trou auditif, 7 cm. sur cette perpendiculaire ». En réunissant les deux points on obtient la ligne rolandique.

Ligne occipitale. Cette ligne indique la position de la fissure perpendiculaire externe. Pour la tracer, il suffit de tirer une perpendiculaire sur la ligne sagittale au niveau du lambda. Celui-ci se trouve, d'après Poirier, 6 à 7 cm. au-dessus de la protubérance occipitale externe.

Ligne sylvienne. La plus facile à tracer est la *ligne de Poirier*, c'est-à-dire une ligne oblique reliant le lambda à l'angle fronto-nasal en passant à 6 cm. au-dessus du trou auditif.

Région médiane de la face inférieure du cerveau.

Pour terminer l'étude de la conformation extérieure du cerveau terminal, il nous reste encore à décrire la région de sa face inférieure située sur la ligne médiane entre les deux extrémités du corps calleux. Quand on enlève la partie inférieure de l'axe cérébro-spinal par une section transversale faite au niveau du cerveau moyen, et que l'on examine la face inférieure du cerveau terminal réuni au cerveau intermédiaire, fig. 81, on trouve, d'avant en arrière, sur chaque hémisphère : la face inférieure du lobe frontal, le commencement de la fissure de Sylvius et la face inférieure du lobe temporo-occipital. Sur la ligne médiane on voit en avant et en arrière une partie de la grande fissure médiane interhémisphérique.

La partie postérieure de cette fissure est limitée en avant par la face inférieure du bourrelet du corps calleux. La partie antérieure de la fissure médiane est limitée en arrière par le genou du corps calleux. La face inférieure du bourrelet du corps calleux présente, de chaque côté de la ligne médiane, fig. 82, deux petites dépressions qui sont les empreintes des tubercules quadrijumeaux et, plus en dehors, la bandelette grise qui relie le faisceau denté aux nerfs de Lancisi ou *fasciola cinerea*. Au-devant du bourrelet existe une large fente transversale qui constitue la partie moyenne de la *grande fente cérébrale de Bichat* conduisant dans le troisième ventricule. Cette fente de Bichat correspond latéralement à la fissure de l'hippocampe, qui limite, en dedans, ainsi que nous l'avons vu, la face inférieure du lobe temporo-occipital. La partie moyenne de la fente de Bichat est limitée en avant par la face postérieure du tronc

cérébral au niveau des tubercules quadrijumeaux. Au-devant de la fente de Bichat, on rencontre : le corps pinéal, *ep.*, la surface de section du cerveau moyen, puis une région grise spéciale qui correspond au plancher du troisième ventricule et qui se trouve nettement limitée : en arrière,

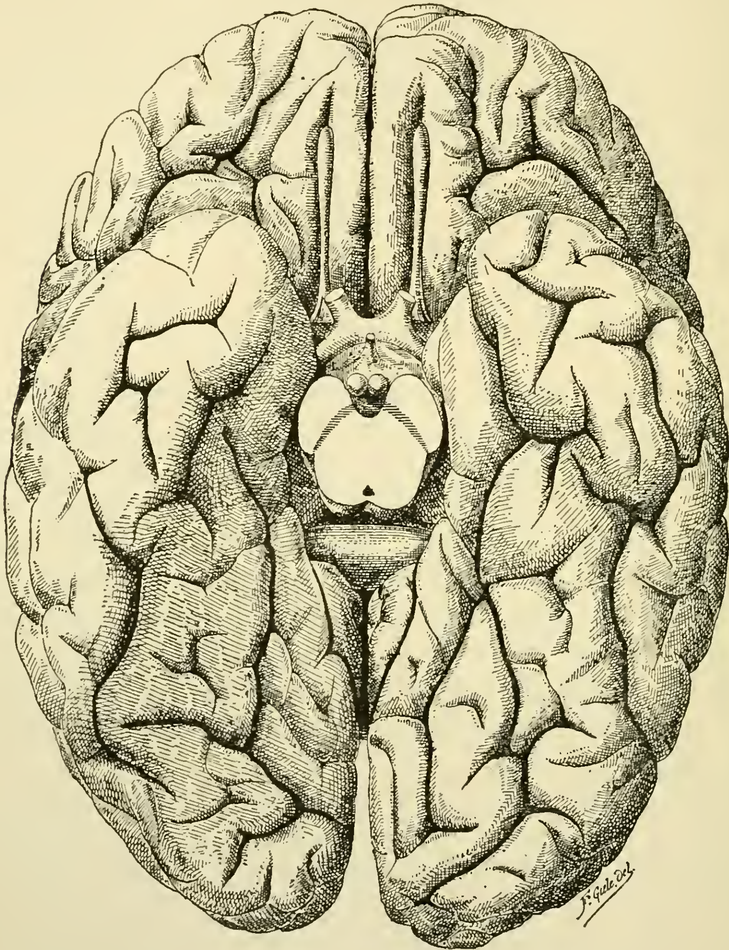


Fig. 81.
Face inférieure du cerveau terminal. Gr. nat. 2/3.

par les pédoncules cérébraux ; latéralement, par les bandelettes optiques et, en avant, par le chiasma des nerfs optiques. Cette région, étudiée tout récemment par Retzius, présente un grand nombre d'organes rudimentaires qui représentent les homologues d'organes plus développés chez les vertébrés inférieurs. On y trouve, fig. 82, sur la ligne médiane, et en allant d'arrière en avant, la *substance interpédonculaire* ou *substance*

perforée postérieure (substantia perforata posterior), s. perf. p., les *corps mamillaires* pyriformes à grosse extrémité dirigée en dedans, *c. mam.*, l'éminence sacculaire (*eminentia saccularis*) de Retzius, *ém. sac.*, se présentant sous la forme de trois saillies dont une médiane et deux latérales, le tubercule cendré avec la tige pituitaire et l'hypophyse.

Latéralement, la lamelle grise qui ferme à ce niveau le troisième ventricule présente encore un petit tubercule saillant pour lequel Retzius propose le nom de *éminence latérale de l'hypothalamus* (*eminentiae laterales*) puis, dans le voisinage immédiat de la bandelette optique, quelques orifices vasculaires formant la *zone perforée latérale* (*area perforata lateralis*) de l'hypothalamus.

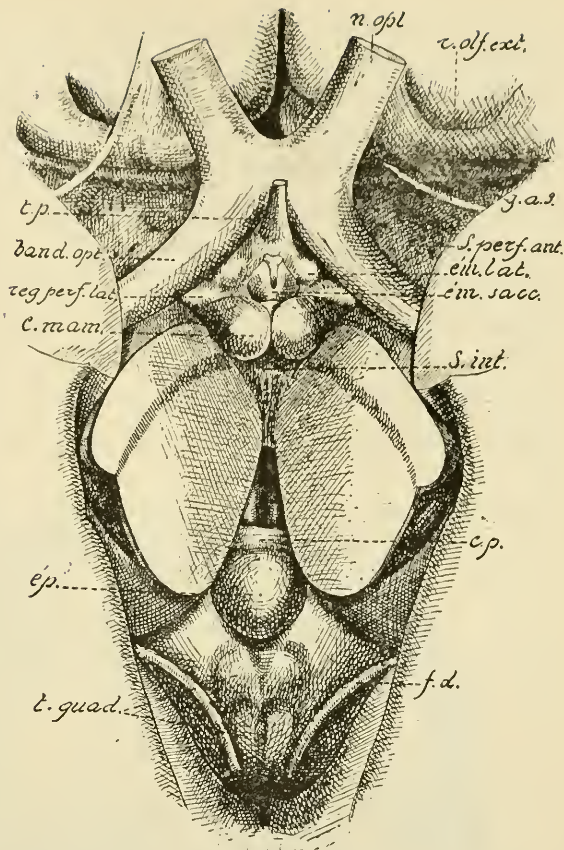


Fig. 82.
Partie de la base du cerveau comprise entre le chiasma optique, les bandelettes optiques et les pédoncules cérébraux.
Gr. nat. 1 1/2.

n. opt. : Nerf optique.
s.perf.ant. : Substance perforée antérieure
band. op. : Bandelette optique.
t. p. : Tige pituitaire.
ém. lat. : Eminence latérale.
r.perf.lat. : Région perforée latérale.
ém. sacc. : Eminence sacculaire.
c. mam. : Corps mamillaires.
s. pert. p. : Substance interpédonculaire.
ép. : Corps pinéal.
c. p. : Commissure postérieure.
t. quadr. : Empreinte des tubercules quadrijumeaux.
f. cin. : Fasciola cinerea.

Quand on relève le chiasma des nerfs optiques en haut et un peu en arrière, fig. 83, on voit partir du genou du corps calleux, de chaque côté de la ligne médiane, un cordon blanc, le *pédoncule du corps calleux*, *p*. Les deux pédoncules s'écartent l'un de l'autre et s'étendent le long des bandelettes optiques en limitant en arrière et en dedans la *substance perforée antérieure* ou *latérale*. Ces pédoncules peuvent se poursuivre jusqu'à l'extrémité antérieure du lobe temporal. Ces deux cordons blancs ne sont

que la continuation, sur la face inférieure du cerveau, des nerfs de Lancisi ou stries longitudinales médianes de la face convexe du corps calleux; ils représentent donc, au même titre que ces derniers et que le faisceau denté, une circonvolution avortée que l'on désigne actuellement, avec Zuckerkandl, sous le nom de *circonvolution sous-calleuse* (*gyrus subcallosus*). Ces deux circonvolutions circonscrivent, avec le chiasma des nerfs optiques, un espace triangulaire fermé par une lamelle grise, mince et délicate, appelée *lame terminale*, *lt*. De chaque côté de la ligne médiane, entre la bandelette optique en arrière, les circonvolutions frontales en avant, l'extrémité antérieure du lobe temporal en dehors et le gyrus subcallosus en dedans, existe encore une mince lamelle grise en rapport intime avec l'artère cérébrale moyenne. Cette lamelle grise est percée d'un grand nombre de petits orifices,

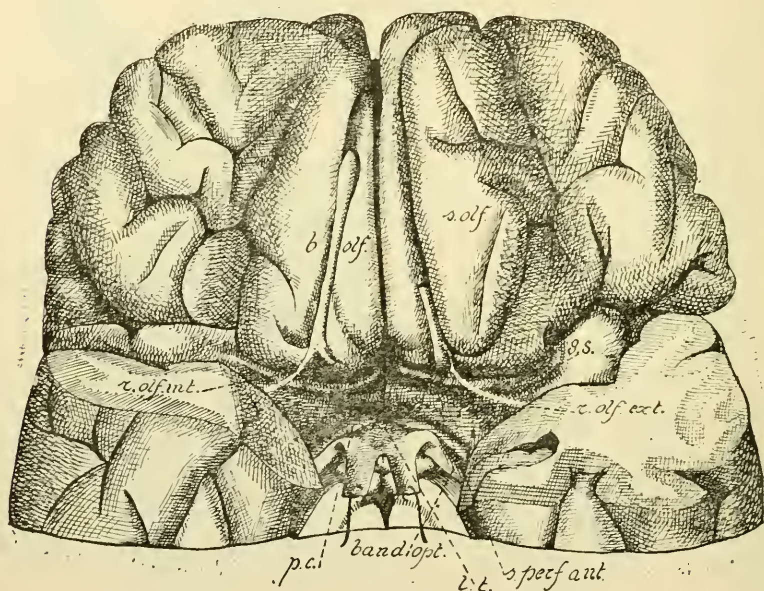


Fig. 83.

Partie de la face inférieure du cerveau terminal située au-devant du chiasma et des bandelettes optiques. Gr. nat. 3/4.

b. olf. : Bulbe olfactif.
band. olf. : Bandelette olfactive.
str. olf. ext. : Strie olfactive externe.
str. olf. int. : Strie olfactive interne,
s.perf.ant. : Substance perforée antérieure
p. c. c. : Pédoncule du corps calleux ou circonvolution sous-calleuse.
lt. : Lame terminale.

par lesquels passent des branches collatérales de l'artère cérébrale moyenne et de l'artère cérébrale antérieure pour se rendre aux ganglions de la

base. C'est la *substance perforée antérieure* ou *latérale (substantia perforata anterior), s. per.* Cette lamelle grise se trouve limitée en avant par une gouttière transversale dans laquelle court l'artère cérébrale moyenne.

Sur la face inférieure du lobe frontal, le long du sillon olfactif, on trouve une bandelette blanche à direction antéro-postérieure, la *bandelette olfactive (tractus olfactorius).* L'extrémité antérieure de cette bandelette fortement renflée constitue le *bulbe olfactif (bulbus olfactorius).* A son extrémité postérieure, au niveau du bord postérieur du lobe orbitaire, la bandelette olfactive se renfle et produit le *trigone olfactif (trigonum olfactorium)* d'où partent deux faisceaux blancs appelés *racines* ou *stries olfactives.* La *strie olfactive interne (stria medialis)*, très courte, se dirige en dedans et en arrière et se perd dans la région voisine de l'écorce cérébrale appelée *carrefour olfactif de Broca (area parolfactoria Brocae).* La *strie olfactive externe (stria olfactoria lateralis)* se dirige obliquement en arrière et en dehors, croise la substance perforée antérieure et se perd dans l'extrémité antérieure du lobe temporal.

Le long du bord externe de cette racine olfactive externe on voit une légère crête à direction antero-postérieure séparant la substance perforée antérieure de l'insula de Reil, c'est le *bord falciforme de Broca* ou *limen insulae.*

Le rhinencéphale.

Tous les organes que nous venons de décrire sur la face inférieure du cerveau terminal, entre le lobe temporal, le lobe orbitaire et les bandelettes optiques forment par leur ensemble la partie du télencéphale à laquelle on donne le nom de *rhinencéphale* (*rhinencephalon).*

On divise ce rhinencéphale en une *partie antérieure* (*pars anterior*) et une *partie postérieure* (*pars posterior*)

La partie antérieure comprend le bulbe, la bandelette et le trigone olfactifs, la strie olfactive interne et le carrefour olfactif de Broca. La partie postérieure est formée par la circonvolution sous-calleuse, la substance perforée antérieure, la strie olfactive latérale et le *limen insulae.* Ces deux parties sont séparées l'une de l'autre par un petit sillon transversal, le *sulcus parolfactorius posterior.*

A ce rhinencéphale certains auteurs rattachent encore la circonvolution limbique de Broca, laquelle, chez les animaux qui ont le bulbe olfactif fortement développé, prend elle-même un développement considérable.

Littérature.

Gulberg : *Zur Morphologie der Insula Reilii;* Anatomischer Anzeiger, 1887, pp. 659-665. — Eberstaller : *Zur Anatomie und Morphologie der Insula Reilii ;* Ibid., 1887, pp. 739-750. — M. et Mme Dejerine : Anatomie des centres nerveux. Tome premier, Paris. 1895. — Poirier : Traité d'anatomie humaine. Tome troisième. Paris. 1895. — C. Giacomini : *Variétés des circonvolutions cérébrales chez l'homme.* Archives italiennes de Biologie. T. I, 1882, pp. 231 à 260 ; pp. 333 à 366. — C. Giacomini : *Bandelette de l'uncus de l'hyppocampe dans le cerveau de l'homme et de quelques animaux;* Ibid., T. II, 1882, p. 207 à 225 ; — C. Giacomini : *Fascia dentata du grand Hippocampe dans le cerveau de l'homme ;* Ibid. T. V, 1884, pp. 1 à 16 ; pp. 205 à 218 ; pp. 396 à 416. — G. Retzius : *Ueber ein dem Saccus Vasculosus entsprechendes Gebilde am Gehirm des Menschen und anderer Säugethiere.* Biologische Untersuchungen. Neue Folge, Bd. VII, 1895, pp. 1-5.

SIXIÈME LEÇON

Le cerveau terminal ou télencéphale.

Conformation interne du télencéphale.

Le corps strié.
Etude d'une série de coupes frontales et d'une série de coupes horizontales montrant la situation,
la forme et les rapports des ganglions gris de la base.

Nous avons terminé, dans la dernière leçon, l'étude de la conformation externe du télencéphale. Nous avons vu que toute la surface des hémisphères cérébraux est parcourue par de nombreux sillons, dont les uns, appelés *sillons primaires* ou *principaux*, délimitent les lobes; dont les autres, dénommés *sillons secondaires* ou *accessoires*, subdivisent ces lobes en circonvolutions. Ces sillons primaires et ces sillons secondaires sont des sillons typiques ou constants; on les retrouve, en effet, sur tous les hémisphères que l'on examine. Ils sont cependant plus ou moins cachés par des sillons tertiaires ou sillons atypiques et inconstants, dont la disposition peut varier et varie en réalité, non seulement de cerveau à cerveau, mais même d'un hémisphère cérébral à l'autre.

Nous allons commencer aujourd'hui l'étude de la conformation interne du cerveau terminal, telle qu'elle apparaît sur des coupes macroscopiques frontales et horizontales.

Chaque hémisphère cérébral se divise, embryologiquement, en trois parties distinctes : le *corps strié* (*corpus striatum*), le *manteau* ou *pallium* et le *rhinencéphale (rhinencephalon)*.

Nous avons décrit, dans les deux leçons précédentes, la face externe du manteau cérébral et les parties constitutives du rhinencéphale; il nous reste encore à étudier le corps strié et les parties constitutives du manteau.

On peut considérer chaque hémisphère, dans sa forme la plus simple, comme constitué par des ganglions gris placés près de la base et par

une masse épaisse de substance blanche enveloppant ces ganglions. Celle-ci est recouverte elle-même par une couche repliée de substance grise, qui porte le nom de *couche corticale grise*, de *substance corticale* ou d'*écorce grise*.

La substance blanche enveloppe de tous côtés deux des ganglions gris : le *noyau lenticulaire* et l'*avant-mur*. Le troisième ganglion, appelé *noyau caudé*, est libre en haut et en arrière. Il existe, en effet, entre ce ganglion et la substance blanche enveloppante, un espace constituant le *ventricule latéral*.

Nous avons donc à étudier dans chaque hémisphère :

1° Les ganglions gris de la base : le noyau caudé, le noyau lenticulaire et l'avant-mur formant par leur ensemble le *corps strié* ;

2° La substance blanche avec l'écorce grise qui la recouvre : le manteau ou *pallium* ;

3° Le ventricule latéral.

Le corps strié.

On trouve, chez l'adulte, à la base de chaque hémisphère cérébral, trois masses grises nettement distinctes l'une de l'autre : le *noyau caudé* (*nucleus caudatus*) le *noyau lenticulaire (nucleus lentiformis)* et l'*avant-mur (claustrum)* formant, par leur ensemble, la partie du télencéphale à laquelle on donne le nom de *corps strié (corpus striatum)*. Les deux dernières de ces masses sont enveloppées complètement par de la substance blanche. Elles ne deviennent apparentes que sur des coupes frontales ou horizontales. Le noyau caudé seul fait saillie dans la cavité ventriculaire ; aussi le désigne-t-on parfois sous le nom de *noyau intra-ventriculaire*, par opposition au noyau lenticulaire et à l'avant-mur qui sont les *noyaux extra-ventriculaires*.

Le *noyau caudé* est situé en dehors et un peu au-dessus de la couche optique appartenant au cerveau intermédiaire.. Il fait saillie, sur toute sa longueur, dans le ventricule latéral. Quand on ouvre ce ventricule par sa paroi supérieure en enlevant le corps calleux, on tombe directement sur la face libre du noyau caudé, FIG. 84, qui forme la plus grande partie du plancher du ventricule latéral. En avant, le noyau caudé arrive plus loin que la couche optique. Son extrémité antérieure est renflée et prend le nom de *tête du noyau caudé* (*caput nuclei caudati*), *tnc*. Il se dirige alors en arrière, en longeant le bord externe de la couche optique, en même temps qu'il se rétrécit rapidement. Tandis que la

tête de ce noyau se trouve sur un même plan horizontal que la couche optique, la partie moyenne ou le *corps*, *cnc*, déborde cette couche en haut et en dehors. Il s'en suit que dans son trajet antéro-postérieur le noyau caudé décrit une courbe à convexité supérieure. Près de l'ex-

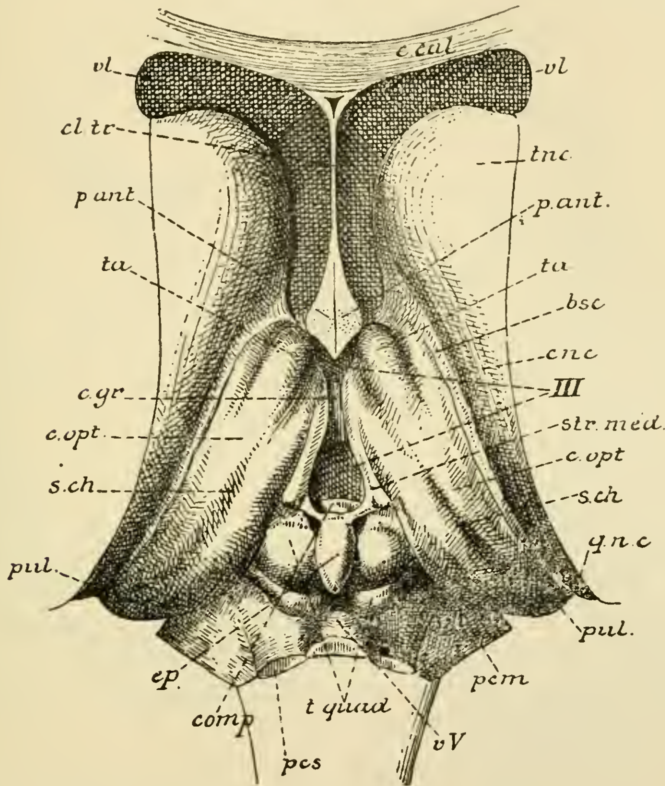


FIG. 84.

Le tronc cérébral vu par le haut après enlèvement du corps calleux, de la voûte à trois piliers et de la toile choroïdienne. Gr. nat.

c. cal. : Coupe du genou du corps calleux.
cl. tr. : Cloison transparente.
vl : Ventricule latéral.
tnc : Tête du noyau caudé.
p. ant. : Section des piliers antérieurs de la voûte.
ta : Tubercule antérieur de la couche optique.
bsc : Bandelette semi-circulaire ou strie terminale.
cnc : Corps du noyau caudé.
III : Troisième ventricule.
str. méd. : Strie médullaire de la couche optique.
c. opt. : Couche optique.
s. ch. : Sillon choroïdien.
qnc : Queue du noyau caudé.
pul. : Pulvinar.
pcm : Pédoncule cérébelleux moyen.
vv : Valvule de VIEUSSENS.
t. quad. : Tubercules quadrijumeaux.
pcs : Pédoncule cérébelleux supérieur.
com. p. : Commissure postérieure.
c. gr. : Commissure grise.

trémité postérieure de la couche optique, il se recourbe en bas, puis en avant et un peu en dehors, pour pénétrer dans le lobe temporal, dans lequel on peut le poursuivre jusque près de l'extrémité antérieure

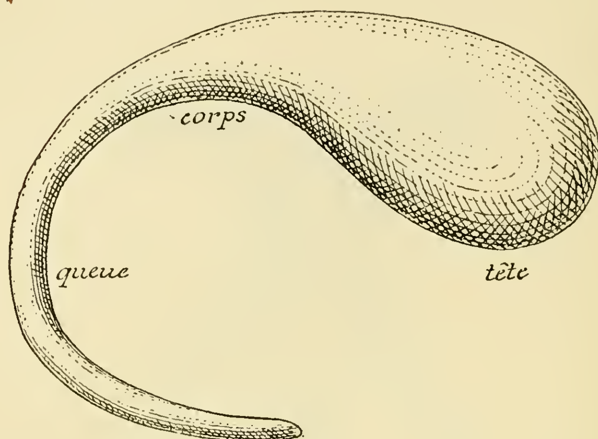


Fig. 85.
Forme du noyau caudé Gr. nat.

de ce lobe. Cette partie postérieure effilée prend le nom de *queue du noyau caudé* (*cauda nuclei caudati*).

Dans son ensemble, le noyau caudé décrit donc une courbe en forme de fer à cheval à concavité antérieure, fig. 85, courbe analogue à celle que nous avons décrite pour la couche optique avec la bandelette optique.

Il est dificile de décrire séparément les différentes masses grises qui occupent la base du cerveau terminal. Pour se faire une bonne idée de la forme, de la situation et des rapports réciproques du noyau caudé, du noyau lenticulaire et de l'avant-mur, il est nécessaire de pratiquer dans le cerveau une série de coupes macroscopiques, d'abord frontales, puis horizontales. Ces coupes intéresseront par le fait même les parties constitutives du cerveau intermédiaire et nous éclaireront en même temps sur les rapports des ganglions gris du cerveau terminal avec la couche optique appartenant au diencéphale. Le noyau caudé, le noyau lenticulaire, l'avant-mur et la couche optique forment, à proprement parler, ce que l'on désigne communément sous le nom de *ganglions de la base* ou *ganglions subcorticaux*.

Coupes frontales.

Etudions d'abord une série de coupes frontales.

Nous avons représenté dans la fig. **86**, une vue de la section médiane de l'encéphale dans laquelle se trouvent indiqués, par des lignes pointillées, les endroits précis où nous avons pratiqué les sections frontales que nous avons reproduites dans les FIG. **87** à **93**.

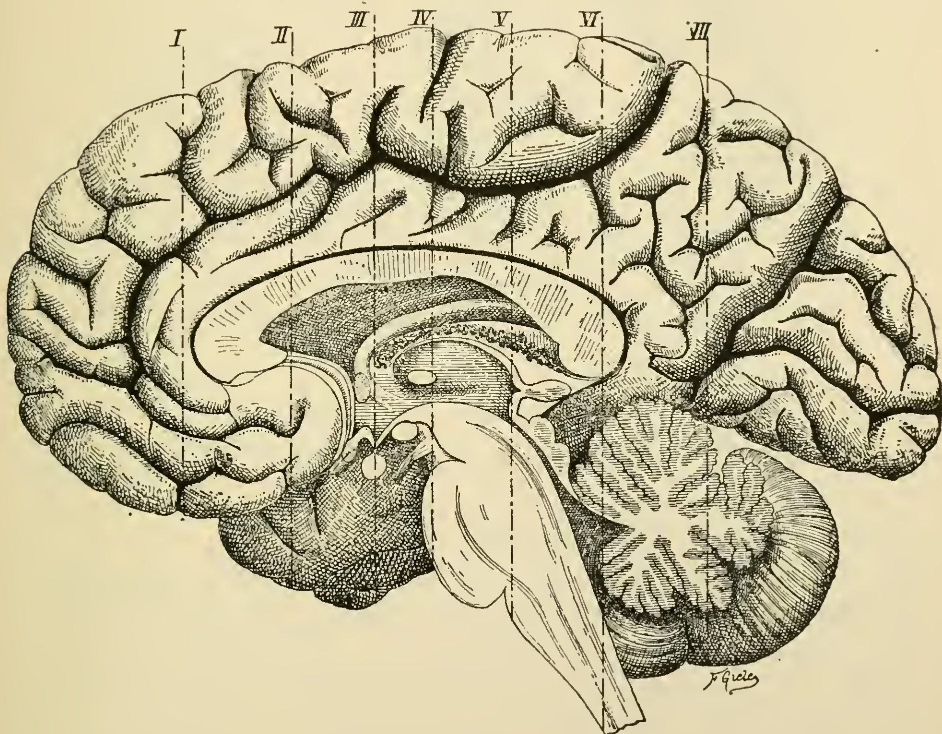


FIG. **86**.

Section médiane de l'encéphale. Gr. nat. 2/3.
Les lignes ponctuées indiquent les plans de section des FIG. **87** à **93**.

La coupe *I* passe par la partie moyenne du lobe frontal, au-devant de l'extrémité antérieure du ventricule latéral et du genou du corps calleux, FIG. **87**, elle montre qu'à ce niveau, chaque hémisphère cérébral est constitué uniquement par une masse blanche centrale, recouverte par la couche repliée de substance grise.

La coupe *II* tombe en plein dans le ventricule latéral et passe par la tête du noyau caudé. Elle présente, sur la ligne médiane, la fissure

interhémisphérique, le corps calleux, *c. call.*, et la cloison transparente, *cl. tr.*; de chaque côté, on voit une partie du ventricule latéral. La paroi supérieure de ce ventricule est formée par le corps calleux, tandis que sur la paroi inférieure existe la partie renflée ou la tête du noyau

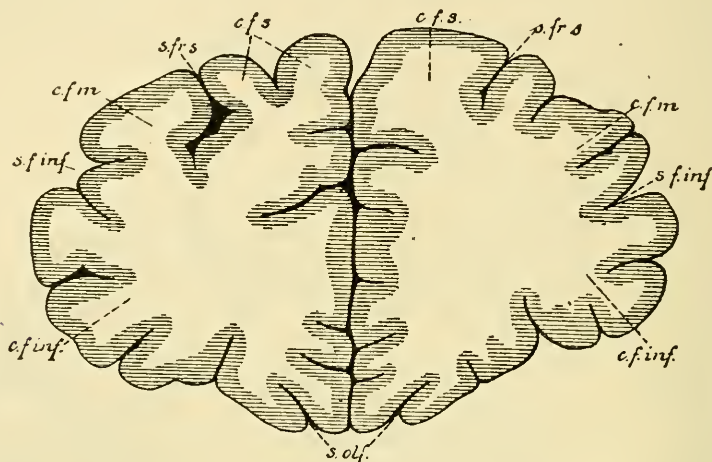


Fig. **87**.

Coupe I (fig. **86**). Gr. nat. 3/4.

c. f. s. : Circonvolution frontale supérieure.
s. fr. s. : Sillon frontal supérieur.
c. f. m. : Circonvolution frontale moyenne.
s. f. inf. : Sillon frontal inférieur.
c. f. inf. : Circonvolution frontale inférieure.
s. olf. : Sillon olfactif.

caudé, *nc.* Celui-ci se présente sous la forme d'une masse grise arrondie divisée en deux par une traînée irrégulière de substance blanche : la partie grise interne appartient seule au noyau caudé ou noyau intra-ventriculaire; la partie grise externe constitue l'extrémité antérieure du noyau lenticulaire entièrement enveloppé par de la substance blanche. La substance blanche comprise entre les deux noyaux forme une partie du bras antérieur de la *capsule interne*. La face externe du noyau lenticulaire correspond à l'écorce cérébrale qui occupe le fond de la fissure de Sylvius, ou à l'insula de Reil. Elle en est séparée par une lame de substance blanche divisée en deux par une lamelle grise ; celle-ci forme l'extrémité antérieure de l'avant-mur.

La fig. **89** représente une vue de la coupe *III*, fig. **86**, passant immédiatement en arrière de la commissure blanche antérieure et au-devant de l'extrémité antérieure des couches optiques. Au fond de la fissure médiane interhémisphérique, nous tombons sur la coupe du corps calleux, *c. cal.*, qui se perd latéralement dans la substance blanche

des hémisphères. La face inférieure du corps calleux donne attache; sur la ligne médiane, à la partie antérieure de la cloison transparente, étendue entre ce corps calleux et les piliers antérieurs de la *voûte à*

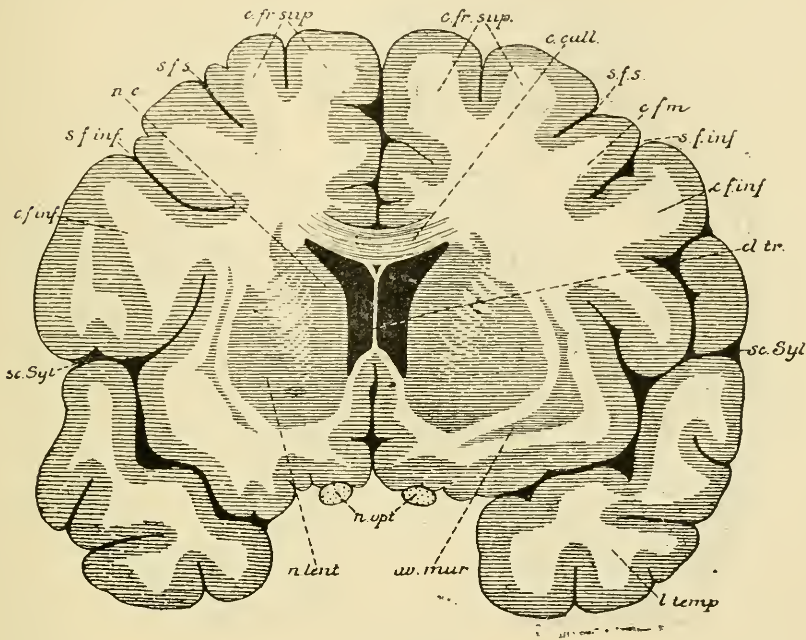


FIG. **88.**

Coupe II (FIG. **86**). Gr. nat. 3/4.

c. fr. sup. : Circonvolution frontale supérieure.
s. f. s. : Sillon frontal supérieur.
c. call. : Corps calleux.
c. f. m. : Circonvolution frontale moyenne.
s. f. inf. : Sillon frontal inférieur.
c. f. inf. : Circonvolution frontale inférieure.
cl. tr. : Cloison transparente.
sc. Syl. : Fissure de SYLVIUS.
l. temp. : Lobe temporal.
av. mur. : Avant-mur.
n. opt. : Nerfs optiques.
n. lent. : Noyau lenticulaire.
nc : Noyau caudé.

trois piliers ou *trigone cérébral (fornix)*, *pa.* On voit sur cette figure comment ces piliers antérieurs passent derrière la commissure blanche antérieure, *c. ant.*, pour s'enfoncer dans les parois latérales du ventricule médian. Nous savons que ces piliers antérieurs limitent, en avant, le troisième ventricule. De chaque côté de la ligne médiane, la face inférieure du corps calleux forme la voûte du ventricule latéral. Sur le plancher de ce ventricule, on trouve de dehors en dedans : la coupe du noyau caudé, *nc*, la bandelette semi-circulaire ou *strie terminale* (*stria terminalis*)

avec la coupe de la veine du corps strié ou *veine terminale* (*vena terminalis*), puis une mince bande grise qui appartient déjà à la partie antérieure de la couche optique. En dehors et en dessous du noyau caudé existe une bande blanche : le bras antérieur de la capsule interne compris entre le

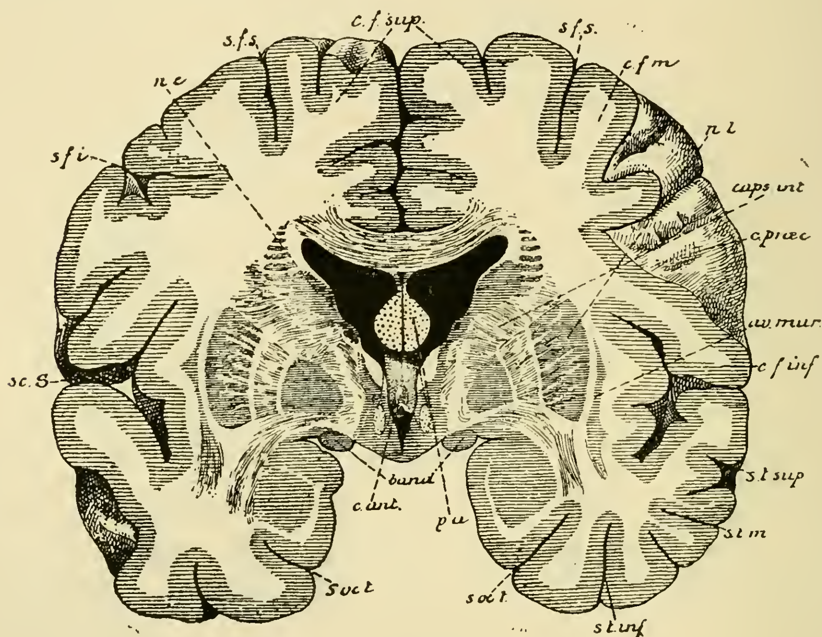


Fig. **89**.

Coupe III (fig. **86**). Gr. nat. 3/4.

sc. S. : Fissure de Sylvius.
s. f. i. : Sillon frontal inférieur.
nc : Noyau caudé.
s. f. s. : Sillon frontal supérieur.
c. f. sup. : Circonvolution frontale supérieure.
c. f. m. : Circonvolution frontale moyenne.
n. l. : Noyau lenticulaire.
caps. int. : Capsule interne.
c. prœc. : Sillon précentral.
av. mur : Avant-mur.
c. f. inf. : Circonvolution frontale inférieure.
s. t. sup. : Sillon temporal supérieur.
s. t. m. : Sillon temporal moyen.
s. t. inf. : Sillon temporal inférieur.
s. occ. t. : Sillon occipito-temporal ou fissure collatérale.
p. a. : Piliers antérieurs de la voûte.
band. : Bandelettes optiques.
c. ant. : Commissure antérieure.

noyau caudé et une masse grise volumineuse : le *noyau lenticulaire*. Ce noyau a une forme triangulaire à base externe et à sommet interne. Il est subdivisé par deux lamelles blanches, parallèles à la base, en trois parties grises appelées *segments* et dénommées de la base au sommet : segment externe, segment moyen, segment interne.

La base de ce noyau correspond au fond de la fissure de Sylvius.

Elle est séparée de la substance corticale qui recouvre la région de l'insula de Reil par une bande de substance blanche assez épaisse,

Fig. 90.

Coupe IV (fig. 86) Gr. nat. 3/4.

cfs : Circonvolution frontale supérieure.
sfs : Sillon frontal supérieur.
cfm : Circonvolution frontale moyenne.
s. præc. : Sillon précentral.
cc. ant. : Circonvolution centrale antérieure.
sc. Rol. : Sillon de Rolando.
c. opt. : Couche optique.
t. chor. : Toile choroïdienne.
pli : Pli de passage entre les deux circonvolutions centrales.
sc. sylv. : Fissure de Sylvius.
c. t. s. : Circonvolution temporale supérieure.
s. t. s. : Sillon temporal supérieur.
c. t. m. : Circonvolution temporale moyenne.
s. t. m. : Sillon temporal moyen.
am : Avant-mur.
c. t. inf. : Circonvolution temporale inférieure.
s. t. inf. : Sillon temporal inférieur.
c. oc. t. ext. : Circonvolution occipito-temporale externe ou fusiforme.
s. occ. t. : Sillon occipito-temporal ou fissure collatérale.
e. interp. : Espace interpédonculaire.
nc : Noyau caudé.
cap. int. : Bras postérieur de la capsule interne.
band. : Bandelette optique.
c. cal. : Corps calleux.
p : Voûte à trois piliers.

subdivisée en deux par une lamelle grise. Celle-ci appartient à l'avant-mur, *av. mur*. La mince lamelle blanche qui sépare l'avant-mur du noyau

lenticulaire s'appelle *capsule externe*; celle qui sépare l'avant-mur de l'écorce grise des circonvolutions de l'insula porte le nom de *capsule extrême*.

A la base du cerveau, on trouve la section des bandelettes optiques, *band.*

Pratiquons maintenant une coupe passant par le milieu de la couche optique, FIG. 90. Nous retrouvons sur la ligne médiane : la fissure médiane interhémisphérique et la coupe du corps calleux, *c. cal.*; la cloison transparente a disparu, de sorte que, à la face inférieure du corps calleux, nous tombons directement sur la voûte à trois pilliers, *p*, recouvrant la toile choroïdienne, *t. chor.* En dessous de cette toile se trouve le troisième ventricule qui appartient au cerveau intermédiaire. De chaque côté de ligne médiane, nous retrouvons, en dessous du corps calleux, le ventricule latéral ; il est séparé du troisième ventricule par le plexus choroïde latéral de la toile choroïdienne et par le bord latéral de la voûte à trois piliers. Ces deux organes reposent directement sur la face supérieure de la couche optique. La couche optique, *c. opt.*, forme une masse grise ovalaire de chaque côté du ventricule médian ; le noyau caudé, *n. c.*, considérablement rétréci est situé au-dessus et en dehors de la couche optique, séparé de celle-ci par une dépression dans laquelle on trouve la veine du corps strié ou veine terminale et la bandelette semi-circulaire ou strie terminale. En dehors de la couche optique et du noyau caudé existe une lame blanche assez épaisse : c'est le bras postérieur de la capsule interne, *cap. int.*; puis vient le noyau lenticulaire, *n. l.*, réduit aux deux segments externes. En dehors de ce noyau existent encore la capsule externe, l'avant-mur, *a. m.*, et la capsule extrême recouverte par la substance grise corticale de l'insula de REIL.

En dessous du noyau lenticulaire, la coupe a passé par l'extrémité antérieure du lobe temporal. On y voit la section du prolongement temporal du ventricule latéral. A la paroi supérieure de ce prolongement existe la coupe de la queue du noyau caudé, *nc.* Le plancher présente une masse arrondie et régulière ; c'est l'extrémité antérieure de la *corne d'Ammon* ou *hippocampe* (*hippocampus*). Un peu en dedans de la coupe de la queue du noyau caudé, tout contre le pédoncule cérébral, on voit la section de la bandelette optique, *band.*

La FIG. 91 passe par la commissure postérieure. *comp. p.* Le noyau lenticulaire y a presque entièrement disparu. Le noyau caudé a été sectionné en deux endroits : d'abord sur le plancher du ventricule latéral, au-dessus et en dehors de la couche optique, puis au niveau du toit du prolongement temporal du ventricule latéral, *nc.* La couche optique,

beaucoup plus volumineuse que sur la coupe précédente, constitue par sa face interne la paroi du ventricule médian, tandis que, par sa face externe, elle répond au bras postérieur de la capsule interne. Sa face

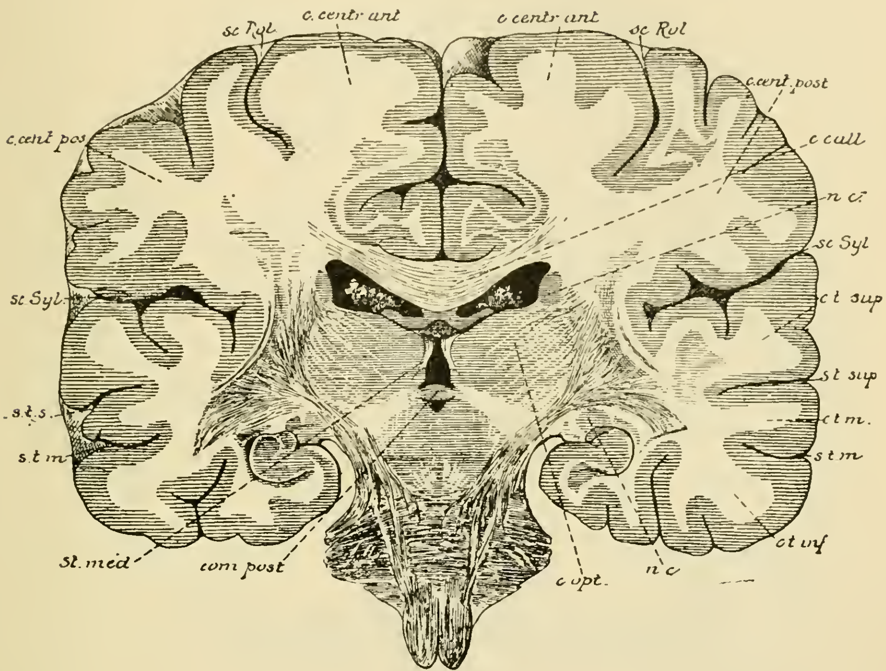


Fig. 91.

Coupe V (fig. 86). Gr. nat. 3/4.

c. centr. ant. : Circonvolution centrale antérieure.
sc. Rol. : Sillon de Rolando.
c. centr. post. : Circonvolution centrale postérieure.
sc. Syl. : Fissure de Sylvius.
s. t. s. : Sillon temporal supérieur.
s. t. m. : Sillon temporal moyen.
st. méd. : Strie médullaire.
com. post. : Commissure postérieure.
c. opt. : Couche optique.
n. c. : Noyau caudé.
c. t. inf. : Circonvolution temporale inférieure.
c. t. m. : Circonvolution temporale moyenne.
c. t. sup. : Circonvolution temporale supérieure.
c. call. : Corps calleux.

supérieure est libre; elle répond à une partie du plancher du ventricule latéral, au plexus choroïde latéral et au bord externe de la voûte à trois piliers. Au point de réunion de la face supérieure avec la face interne, se trouve la coupe de la strie médullaire *(stria medullaris)*, *str. med.* La face inférieure de la couche optique repose sur la pédoncule cérébral par l'intermédiaire de la région sous-thalamique.

Les coupes qui passent par la partie postérieure du corps calleux,

FIG. **92**, et par la partie moyenne du lobe occipital, FIG. **93**, n'intéressent plus que le prolongement occipital des ventricules latéraux, dans lequel s'engage un repli des plexus choroïdes latéraux.

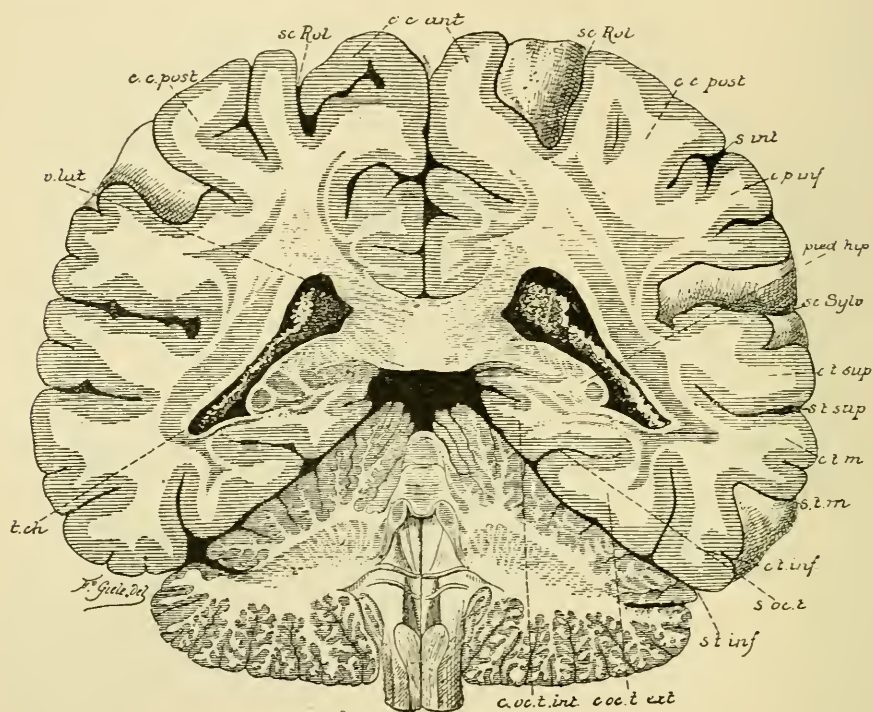


FIG. **92**.

Coupe VI (FIG. **86**). Gr. nat. 3/4.

c. c. ant. : Circonvolution centrale antérieure.
sc. Rol. : Sillon de ROLANDO.
c. c. post. : Circonvolution centrale postérieure.
v. lat. : Ventricule latéral.
t. ch. : Plexus choroïde.
c. oc. t. int. : Circonvolution linguale.
c. oc. t. ext. : Circonvolution fusiforme.
s. t. inf. : Sillon temporal inférieur.
s. oc. t. : Fissure collatérale.
s. t. m. : Sillon temporal moyen.
c. t. inf. : Circonvolution temporale inférieure.
c. t. m. : Circonvolution temporale moyenne.
s. t. sup. : Sillon temporal supérieur.
c. t. sup. : Circonvolution temporale supérieure.
sc. Sylv. : Fissure de SYLVIUS.
c. p. inf. : Circonvolution pariétale inférieure.
s. int. : Sillon interpariétal.

Sur la face interne de ce prolongement occipital, la substance blanche fait saillie dans la cavité ventriculaire; cette saillie régulière porte le nom de *petit hippocampe* ou *ergot de Morand* (*calcar avis*). Elle est due uniquement à l'existence, sur la face interne des hémisphères

cérébraux, au niveau du prolongement occipital du ventricule latéral, de la fissure calcarine qui est un *sillon complet* et qui, lors de son apparition,

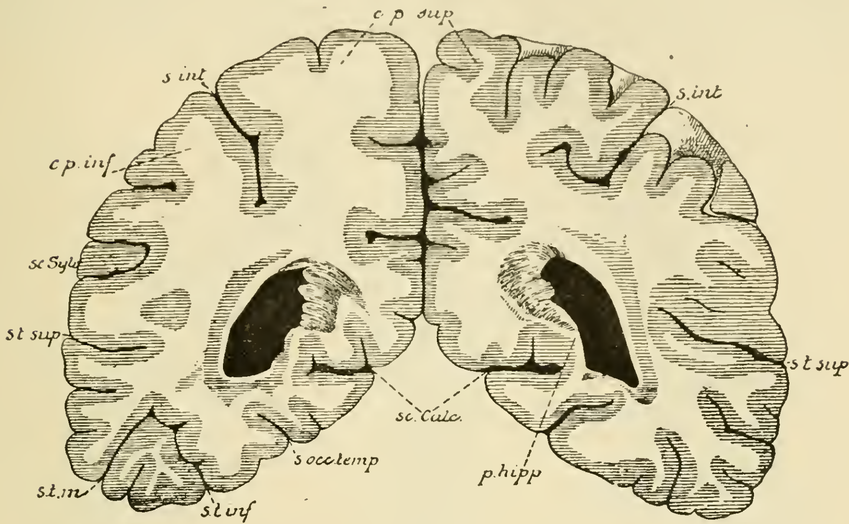


Fig. 93.

Coupe VII (fig. 86). Gr. nat. 3/4.

c. p. sup. : Circonvolution pariétale supérieure.
s. int. : Sillon interpariétal.
c. p. inf. : Circonvolution pariétale inférieure.
sé. Sylv. : Fissure de Sylvius.
s. t. sup. : Sillon temporal supérieur.
s. t. m. : Sillon temporal moyen.
s. t. inf. : Sillon temporal inférieur.
s. occ. temp. : Fissure collatérale.
sc. calc. : Fissure calcarine.
p. hipp. : Pied d'hippocampe.

a refoulé dans la cavité ventriculaire toute l'épaisseur de la paroi des vésicules hémisphériques. Au-dessus du petit hippocampe on trouve une autre saillie moins prononcée, formée par des fibres appartenant au corps calleux et appelée : *bulbe de la corne postérieure* (*bulbus cornu posterioris*). En décrivant les fissures de la face externe des hémisphères cérébraux nous avons vu que cette saillie ventriculaire correspond à la dépression externe du lobe occipital : la fissure pariéto-occipitale.

Coupes horizontales.

Etudions maintenant une série de coupes horizontales.

Quand on pratique une coupe horizontale à travers les deux hémisphères à quelque distance au-dessus du corps calleux, fig. 94, on voit que chaque hémisphère est formé à ce niveau d'une masse blanche centrale, le *centre semi-ovale* (*centrum semiovale*), enveloppée par l'écorce

grise. Si la coupe passe tout juste au-dessus du corps calleux, FIG. **95**, les noyaux blancs des deux hémisphères se trouvent reliés par la substance blanche du corps calleux; la coupe présente alors un immense noyau central de substance blanche, appelé *centre ovale de Vieussens,* entouré

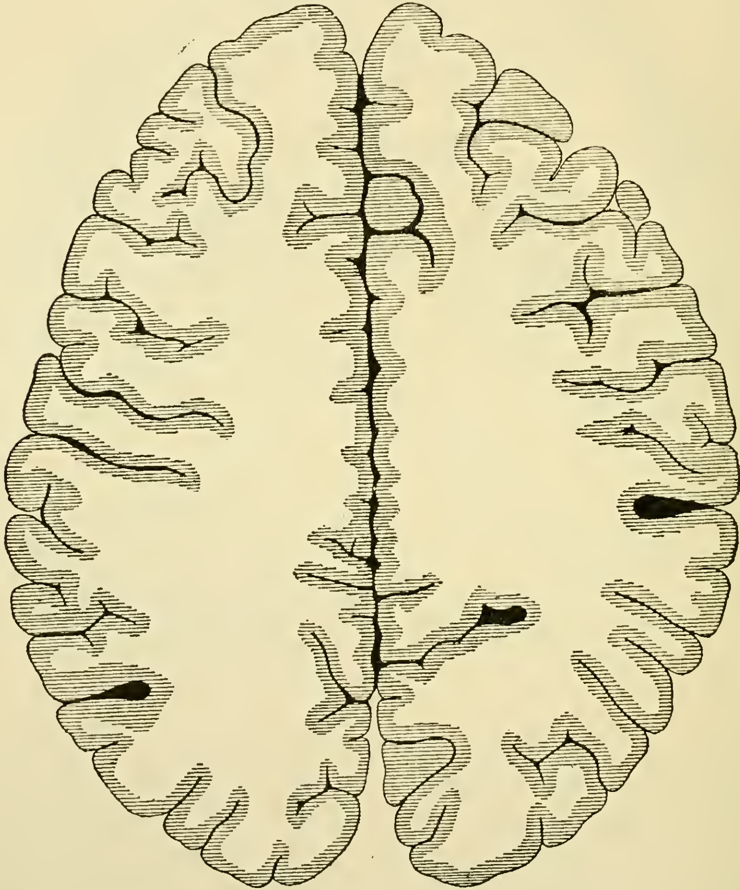


FIG. **94**.
Coupe horizontale du cerveau terminal un peu au-dessus du corps calleux. Gr. nat. 2/3.

encore par l'écorce grise. La face supérieure du corps calleux présente, de chaque côté de la ligne médiane, une mince lamelle grise, le *voile gris* ou *indusium gris.* Ce voile gris présente un bord externe, la *strie longitudinale latérale* (*stria longitudinalis lateralis*), par lequel il se continue avec l'écorce grise de la circonvolution voisine ou circonvolution du corps calleux et un bord interne, légèrement épaissi et blanc, connu sous le nom de *nerf de Lancisi* ou *strie longitudinale médiane* (*stria longitu-*

dinalis medialis). Ce voile gris contourne, en arrière, le bourrelet du corps calleux pour se continuer avec la *fasciola cinerea* et, par là, avec le faisceau denté ; il contourne, en avant, le genou du corps calleux pour

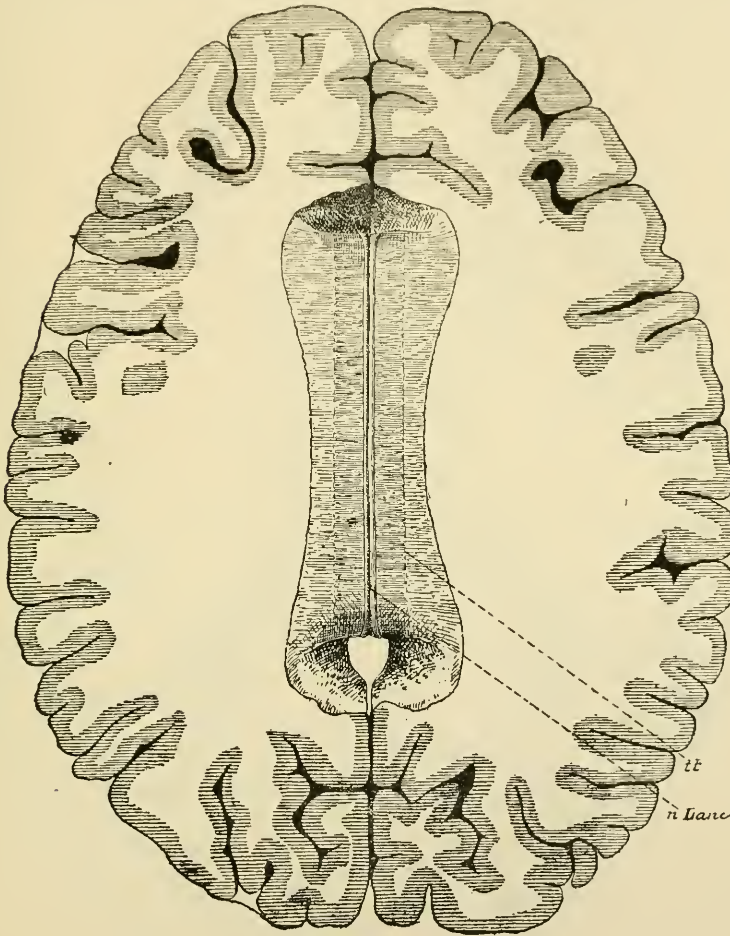


Fig. 95.

Coupe horizontale du cerveau terminal au niveau de la face supérieure du corps calleux. Gr. nat. 2/3.

n. Lanc. : Nerfs de Lancisi ou stries longitudinales médianes.
tt. : Tœnia tecta ou stries longitudinales latérales.

se continuer avec le pédoncule du corps calleux ou circonvolution sous-calleuse. Nous avons vu que ce voile gris est une circonvolution avortée et que la strie médiane de ce voile représente le bord d'arrêt de l'écorce grise de chaque hémisphère cérébral.

Si on enlève le corps calleux dans toute son étendue, on pénètre, de chaque côté, dans les ventricules latéraux, FIG. **96**. Sur la ligne médiane, on trouve, d'avant en arrière, la section du genou du corps

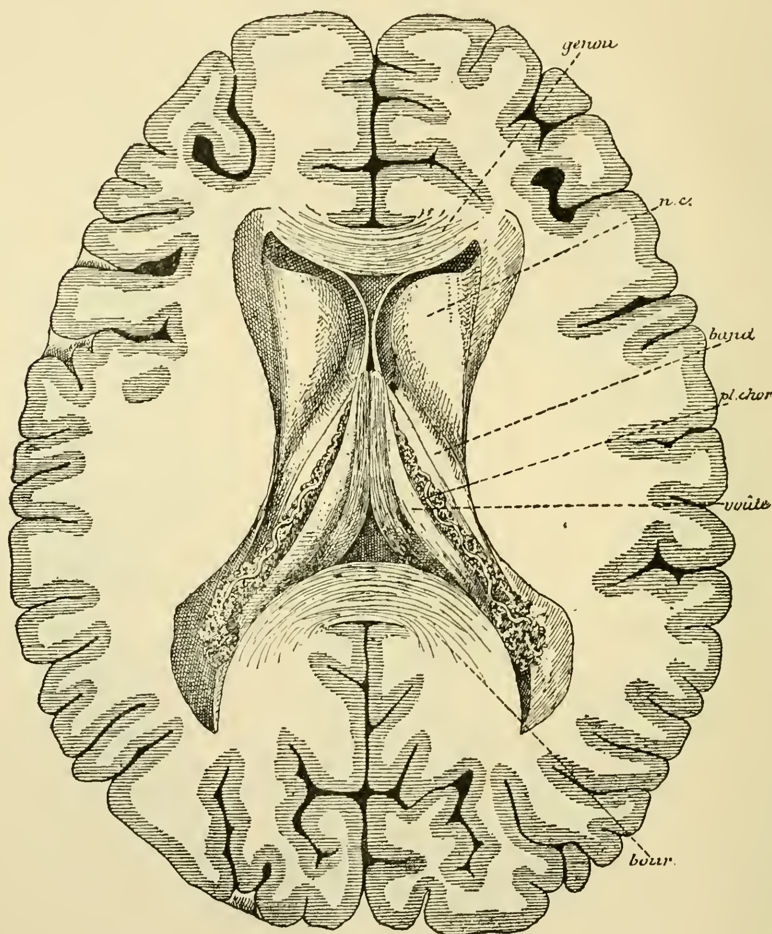


FIG. **96**.
Le cerveau terminal sectionné comme dans la figure précédente, mais après l'enlèvement du corps calleux. Gr. nat. 2/3.

n. c. : Noyau caudé
band. : Strie terminale.
pl. chor. : Plexus choroïde.
bour. : Bourrelet du corps calleux.

calleux, la cloison transparente et la face supérieure de la voûte à trois piliers. Les piliers postérieurs de cette voûte s'écartent angulairement l'un de l'autre et disparaissent dans le prolongement temporal. Le long

des bords latéraux de ces piliers courent les plexus choroïdes latéraux. De chaque côté de la ligne médiane, on voit le plancher du ventricule latéral. Il est formé, en dedans, par une partie de la face supérieure de la couche optique recouverte par la *lamina affixa* et, en dehors, par le noyau caudé. L'extrémité antérieure renflée ou tête du noyau caudé dépasse

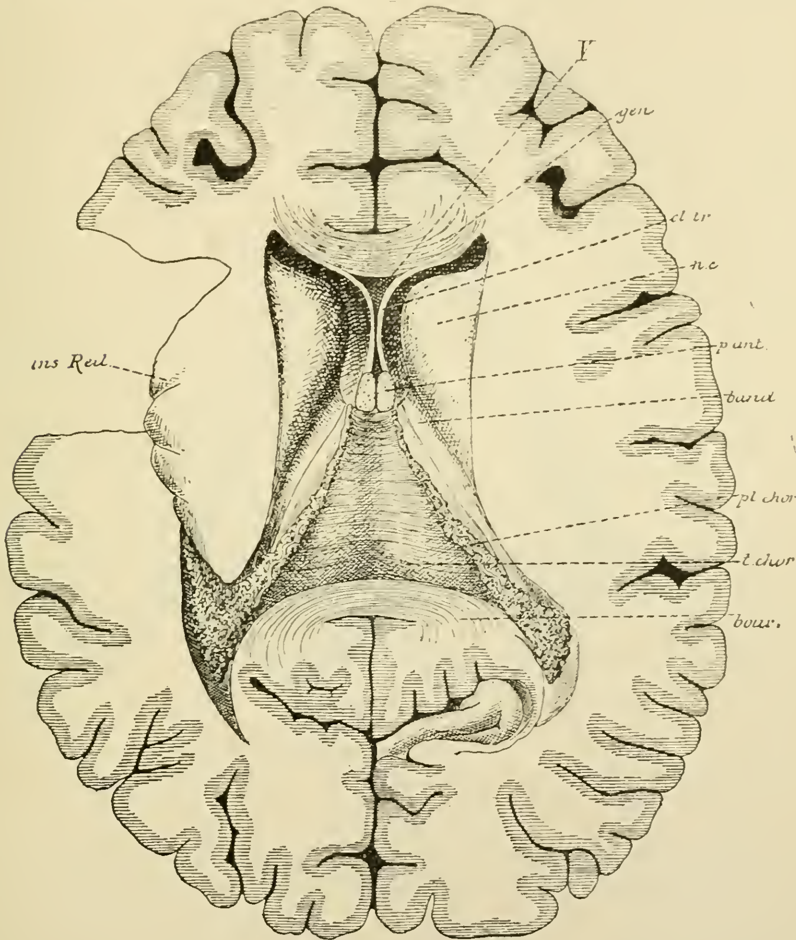


Fig. 97.

Même figure que la précédente après l'enlèvement de la voûte à 3 piliers. Gr. nat. 2/3.

V : Cavité de la cloison transparente.
gen. : Genou du corps calleux.
cl. tr. : Cloison transparente.
n. c. : Noyau caudé.
p. ant. : Piliers antérieurs du trigone.
band. : Strie terminale.
pl. chor. : Plexus choroïde.
t. chor. : Toile choroïdienne.
bour. : Bourrelet du corps calleux.

considérablement la couche optique. Les têtes des deux noyaux sont séparées l'une de l'autre par la cloison transparente.

Enlevons maintenant le trigone cérébral ou la voûte à trois piliers en sectionnant les piliers antérieurs tout près de la cloison transparente, nous parvenons sur la face supérieure de la *toile choroïdienne du troisième ventricule (tela chorioidea ventriculi tertii)* FIG. 97. Celle-ci constitue une membrane triangulaire, dont la base répond à la partie

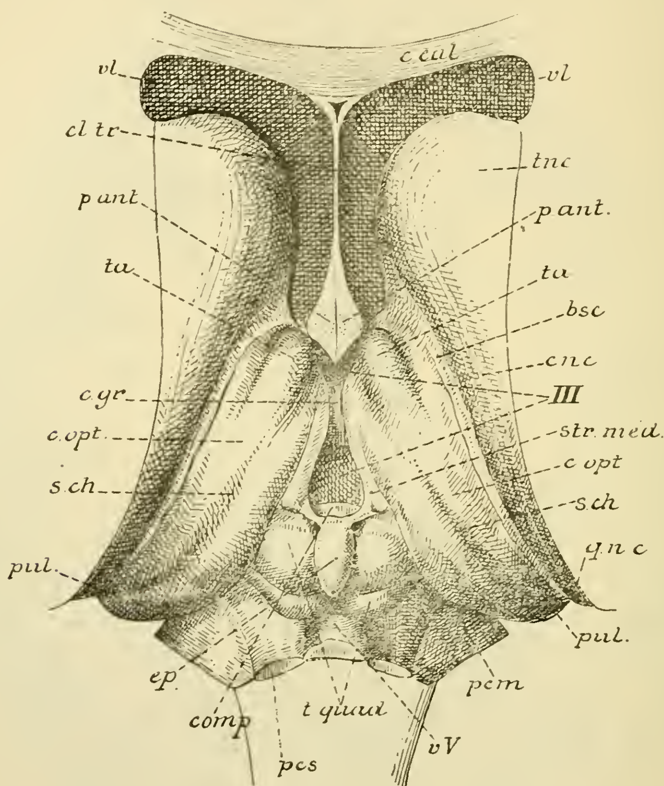


FIG. 98.

Le tronc cérébral vu par le haut après enlèvement du corps calleux, de la voûte à trois piliers et de la toile choroïdienne. Gr. nat.

c. cal. : Coupe du genou du corps calleux.
cl. tr. : Cloison transparente.
vl : Ventricule latéral.
tnc : Tête du noyau caudé.
p. ant. : Section des piliers antérieurs de la voûte.
ta : Tubercule antérieur de la couche optique.
bsc : Bandelette semi-circulaire ou strie terminale.
cnc : Corps du noyau caudé.
III : Troisième ventricule.
str. méd. : Strie médullaire de la couche optique.
c. opt. : Couche optique.
s. ch. : Sillon choroïdien.
qnc : Queue du noyau caudé.
pul. : Pulvinar.
pcm : Pédoncule cérébelleux moyen.
vv : Valvule de VIEUSSENS.
t. quad. : Tubercules quadrijumeaux.
pcs : Pédoncule cérébelleux supérieur.
com. p. : Commissure postérieure.
c. gr. : Commissure grise.

moyenne de la fente de Bichat, dont le sommet touche les piliers antérieurs de la voûte et dont les bords latéraux, longés par les plexus choroïdes, reposent dans le sillon choroïdien de la couche optique. Arrivés près de la base de cette toile, les plexus choroïdes latéraux envoient un prolongement dans la cavité ventriculaire du lobe occipital, puis se continuent avec le plexus choroïde du prolongement temporal.

Il suffit d'enlever sur cette coupe la toile choroïdienne pour pénétrer dans le troisième ventricule. Celui-ci est limité, en avant, par les piliers antérieurs de la voûte, latéralement par les faces internes des couches optiques, et, en arrière, par la base de l'épiphyse et la commissure postérieure. Il est traversé par la commissure grise ou commissure molle. De chaque côté de ce ventricule médian apparaît la face supérieure libre de la couche optique avec le sillon choroïdien et le tubercule antérieur, la bandelette semi-circulaire ou strie terminale et la face supérieure du noyau caudé, fig. 98.

Pour étudier les rapports des ganglions extra-ventriculaires, nous devons encore pratiquer dans le cerveau une section horizontale, à environ un centimètre en dessous de la face libre du noyau caudé. La fig. 99 représente le dessin d'une pareille coupe.

On y trouve, sur la ligne médiane et d'avant en arrière, la section du genou du corps calleux, une partie de la cloison transparente, la section des piliers antérieurs de la voûte, le troisième ventricule traversé par la commissure grise et la commissure postérieure. De chaque côté de la ligne médiane, on voit une partie du ventricule latéral, puis la section des ganglions gris de la base.

La couche optique forme la paroi latérale du ventricule médian. Le noyau caudé est sectionné au niveau de sa partie renflée ou tête, et au niveau de la queue. Le noyau lenticulaire apparaît comme une masse grise triangulaire entièrement enveloppée par la substance blanche. Il est divisé en trois segments par deux lamelles blanches parallèles à la base. Celle-ci répond au fond de la fissure de Sylvius. Elle est séparée de l'écorce grise par la capsule externe, l'avant-mur et la capsule extrême. Le sommet du noyau lenticulaire s'engage dans l'angle rentrant formé par la tête du noyau caudé et par la couche optique. Le noyau lenticulaire est séparé de la couche optique et du noyau caudé par une bande de substance blanche qui constitue la *capsule interne* (*capsula interna*).

Cette capsule est formée de deux bras : un bras antérieur situé entre le noyau lenticulaire et la tête du noyau caudé ou *partie frontale de*

la capsule interne (*pars frontalis capsulae internae*), et un bras postérieur séparant le noyau lenticulaire de la couche optique ou *partie occipitale de la capsule interne* (*pars occipitalis capsulae internae*). Le point de réunion

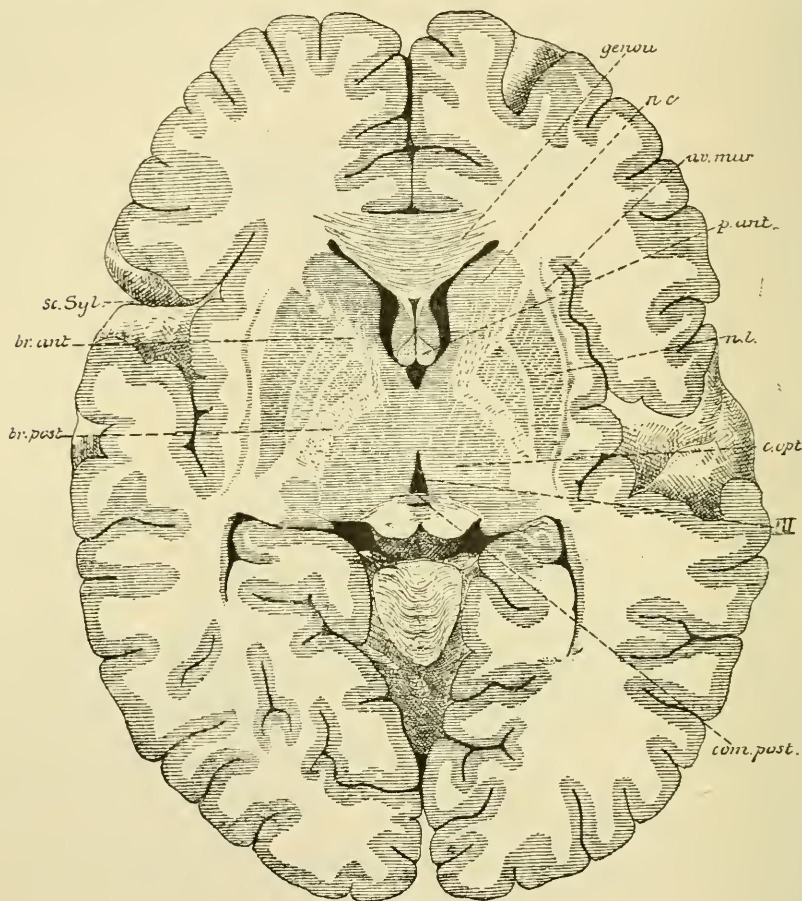


Fig. 99.

Section horizontale du cerveau terminal montrant les rapports des ganglions de la base. Gr. nat. 2/3.

n. c. : Noyau caudé.
av. mur : Avant-mur.
p. ant. : Piliers antérieurs du trigone.
n. l. : Noyau lenticulaire.
c. opt. : Couche optique.
III : Troisième ventricule.
com. post. : Commissure postérieure.
br. post. : Partie occipitale de la capsule interne.
b. ant. : Partie frontale de la capsule interne.
sc. Sylv. : Fissure de Sylvius.

de ces deux bras s'appelle le *genou de la capsule interne* (*genu capsulae internae.*)

Cette série de coupes frontales et de coupes horizontales nous a donc renseigné sur la forme, la situation et les rapports des masses

grises centrales du cerveau terminal. Ces masses grises correspondent au fond de la fissure de Sylvius ou à l'insula de Reil, c'est-à-dire à la partie de la face externe des vésicules hémisphériques primitives qui a subi un arrêt dans le développement. L'avant-mur et le noyau lenticulaire sont complètement enveloppés par de la substance blanche et ne sont directement visibles ni sur la face externe, ni sur la face interne ou face ventriculaire des hémisphères ; le noyau caudé seul fait saillie dans le ventricule latéral.

Embryologiquement, nous devons considérer le noyau caudé et le noyau lenticulaire comme deux parties d'une même masse grise, appelée le *corps strié* (*corpus striatum*). Ce corps strié lui-même n'est qu'une partie épaissie de la paroi des vésicules hémisphériques faisant saillie dans le ventricule ; il doit par conséquent être considéré, morphologiquement, comme une dépendance de la couche corticale grise. A l'époque où les prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses s'entourent de leur gaîne de myéline, c'est-à-dire au moment où apparaît la substance blanche du cerveau terminal, on voit celle-ci traverser le corps strié et le diviser en deux parties plus ou moins distinctes, dont l'interne va devenir le noyau caudé et l'externe le noyau lenticulaire.

Littérature.

W. His : *Die anatomische Nomenclatur*. Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatomische Abtheilung. 1895. Supplement-Band.

SEPTIÈME LEÇON

Le Cerveau terminal ou télencéphale.

Conformation interne du télencéphale. (*Suite*).

La substance blanche et l'écorce grise.
Le corps calleux. — La voûte à trois piliers ou trigone cérébral.
La commissure antérieure. — Le ventricule latéral.

Nous avons vu, dans la dernière leçon, que chaque hémisphère cérébral est formé d'une couche de substance grise périphérique : la *couche corticale grise;* de trois masses grises placées dans le voisinage de la couche optique : le *noyau caudé,* le *noyau lenticulaire* et l'*avant-mur* formant par leur ensemble le *corps strié;* d'une masse de substance blanche et d'une cavité ventriculaire située entre la substance blanche et les ganglions gris de la base.

Une série de coupes frontales et une série de coupes horizontales nous ont appris à connaître la forme, la situation et les rapports réciproques des masses grises entre elles, puis leurs rapports avec la couche optique, les cavités ventriculaires et l'insula de Reil. Il nous reste encore à étudier la substance blanche du cerveau terminal recouverte par la couche corticale grise ou le *pallium* et la disposition des ventricules latéraux.

La substance blanche et l'écorce grise.

La couche grise périphérique ou *substance corticale (substantia corticalis)* est une couche continue, assez épaisse, recouvrant toute la face externe des deux hémisphères. On la trouve aussi bien au fond des sillons qu'à la surface des circonvolutions; il est plus que probable que les sillons et les circonvolutions n'ont d'autre but que d'augmenter considérablement l'étendue de cette écorce grise.

La substance blanche du cerveau terminal se rencontre principalement au-dessus des ganglions de la base; sur des coupes horizontales, elle constitue ce que l'on appelle communément le centre semi-ovalaire de Vicq d'Azyr et le centre ovale de Vieussens. Au niveau des ganglions, elle forme des bandes blanches qui séparent ces ganglions les uns des

autres et qu'on appelle : *capsule interne*, *capsule externe* et *capsule extrême*.

La *capsule interne (capsula interna)* est la plus importante des trois.

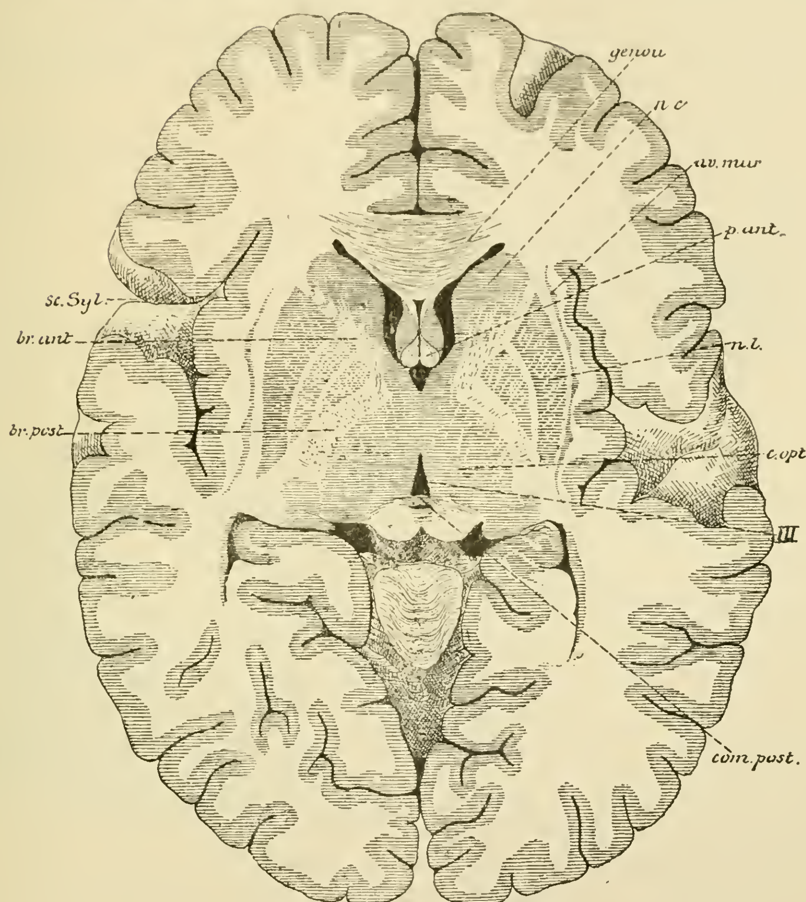


Fig. **100**.

Section horizontale du cerveau terminal montrant la position et les rapports de la capsule interne, de la capsule externe et de la capsule extrême.

Nous verrons en effet plus tard que c'est par là que passent les fibres motrices qui se rendent de l'écorce cérébrale vers les masses grises situées plus bas, masses grises qui constituent les noyaux d'origine des nerfs moteurs périphériques; par là aussi passent les fibres sensitives qui viennent des différentes régions de l'axe cérébro-spinal dans lesquelles se terminent le fibres sensitives périphériques, pour se rendre au cerveau terminal. La capsule interne est comprise entre le noyau lenticulaire qui est situé en dehors, le noyau caudé et la couche optique qui sont placés en dedans. Elle apparaît le mieux dans toute son étendue sur des coupes horizontales, fig. **100**.

Elle est formée, avons-nous vu, d'un bras antérieur ou *partie frontale* compris entre la tête du noyau caudé et le noyau lenticulaire, et d'un bras postérieur ou *partie occipitale* séparant le noyau lenticulaire de la couche optique. Ces deux bras se réunissent en formant un angle ouvert en dehors; le sommet de cet angle s'appelle le *genou de la capsule interne (genu capsulae internae).*

On donne le nom de *capsule externe* à la masse de substance blanche qui sépare le noyau lenticulaire de l'avant-mur et le nom de *capsule extrême* à la bande blanche comprise entre l'avant-mur et l'écorce grise de l'insula de Reil.

Comme parties importantes, on distingue encore dans le reste de la substance blanche : le *corps calleux (corpus callosum)*, la *voûte à trois piliers* ou *fornix* et la *commissure antérieure du cerveau (commissura anterior cerebri).*

I. *Corps calleux.* On désigne sous le nom de *corps calleux* la lame épaisse de substance blanche qui existe au fond de la grande fissure médiane interhémisphérique, approximativement au niveau des deux quarts moyens du cerveau terminal, et qui relie l'un à l'autre les deux hémisphères cérébraux. Il suffit d'écarter, sur un cerveau frais, les deux hémisphères au niveau de la fissure médiane, pour voir apparaître la face supérieure convexe du corps calleux. Cette face est parcourue de chaque côté de la ligne médiane par un mince cordon blanc à direction antéro-postérieure, connu sous le nom de *nerf de Lancisi* ou strie longitudinale médiane. Nous avons vu qu'il n'est que le bord interne épaissi d'une mince lamelle grise se continuant, en arrière, avec la *fasciola cinerea* et le faisceau denté et, en avant, avec le pédoncule du corps calleux.

La situation et la forme du corps calleux apparaissent le plus nettement sur une section médiane de l'encéphale, fig. **101**. Le corps calleux se présente sous la forme d'une lame épaisse de substance blanche présentant une légère convexité supérieure. A ses deux extrémités cette lame s'épaissit considérablement et s'infléchit sur elle-même. L'extrémité postérieure fortement renflée s'appelle le *bourrelet du corps calleux (splenium corporis callosi)*; elle est située immédiatement au-dessus des éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux. Elle forme la lèvre supérieure de la partie médiane de la fente cérébrale de Bichat. L'extrémité antérieure, connue sous le nom de *genou du corps calleux (genu corporis callosi)*, se réfléchit en bas et en arrière en s'amincissant rapidement; cette partie amincie ou *bec (rostrum corporis callosi)* se continue avec la lame terminale. La partie moyenne porte le nom de *corps* ou *tronc du corps calleux (truncus corporis callosi).*

La face supérieure convexe du corps calleux n'est libre qu'au niveau de la fissure interhémisphérique ; elle est en rapport, en arrière, avec le bord inférieur de la faux du cerveau. La face inférieure concave répond, sur la ligne médiane, à la voûte à trois piliers et à la cloison transparente ; de chaque côté, elle forme dans toute son étendue la

Fig. **101**.

Coupe médiane du tronc cérébral. Gr. nat.

m. all. : Moelle allongée.
pr. : Protubérance annulaire.
ccrv. : Cervelet.
JV : Quatrième ventricule.
aq. : Aqueduc de Sylvius.
t. quad. : Tubercules quadrijumeaux.
p. c. : Pédoncule cérébral.
III : Nerf oculo-moteur commun.
com. p. : Commissure postérieure.
ep. : Epiphyse ou corps pinéal.
cm : Corps mamillaires.
hyp. : Hypophyse.
ch. : Chiasma ders nerfs optiques.
com. gr. : Commissure grise.
com. a : Commissure antérieure.
lt : Lame terminale.
t. ch. : Toile choroïdienne.
pa : Piliers antérieurs de la voûte.
gen. : Genou du corps calleux.
cl. tr. : Cloison transparente.
c. cal. : Corps calleux.
str. méd. : Strie médullaire de la couche optique.
bour. : Bourrelet du corps calleux.

voûte du ventricule latéral, puis se perd dans la substance blanche des hémisphères.

II. *La voûte à trois piliers* appelée encore *voûte à quatre piliers* ou *trigone cérébral (fornix).* On donne ce nom à deux cordons de substance blanche aplatis de haut en bas et situés, l'un à côté de l'autre, à la face inférieure de la partie médiane du corps calleux, au-dessus

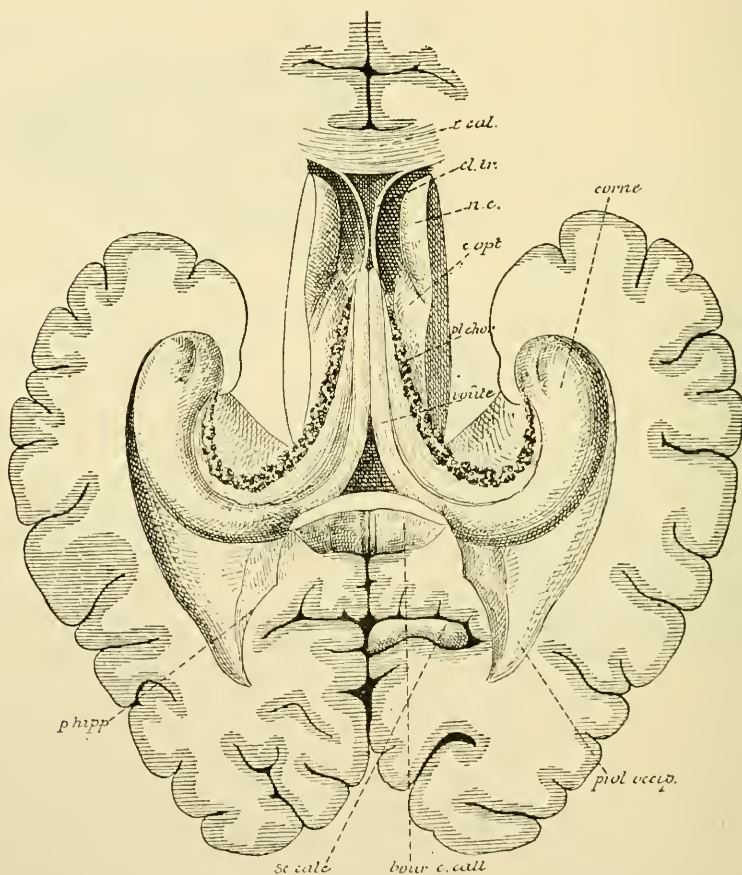


Fig. **102.**

Les piliers postérieurs de la voûte à trois piliers se continuant avec la corne d'Ammon et la fimbria. Gr. nat. 2/3.

c. cal. : Coupe du genou du corps calleux.
cl. tr. : Section de la cloison transparente.
n. c. : Tête du noyau caudé.
c. opt. : Partie de la face supérieure de la couche optique.
pl.chor. : Plexus choroïde latéral.

de la toile choroïdienne du troisième ventricule. Près du bourrelet du corps calleux, ces deux cordons s'écartent angulairement l'un de l'autre et prennent le nom de *piliers postérieurs du trigone* (*crura fornicis*); ils se

recourbent alors en bas, puis en avant, en contournant l'extrémité postérieure de la couche optique et s'étendent jusque près de l'extrémité antérieure du prolongement temporal du ventricule latéral. Dans ce ventricule, leur partie interne, devenue externe, se continue avec la *corne d'Ammon*, tandis que leur partie externe, devenue interne, est libre et est connue sous le nom de *fimbria* ou *corps bordant*, FIG. 102. L'espace triangulaire circonscrit par les deux piliers à la face inférieure du bourrelet du corps calleux est occupé par des fibres transversales intimement unies au corps calleux. Il porte le nom de *lyre* ou de *psalterium*. La voûte à trois piliers ne longe pas toute l'étendue de la face inférieure du corps calleux. Arrivés vers le milieu de ce corps, les deux cordons de la voûte s'arrondissent, quittent le corps calleux et descendent en bas en décrivant une courbure à convexité supérieure et antérieure. Ces *piliers antérieurs de la voûte* (*columnae fornicis*) passent derrière la commissure blanche antérieure qui les sépare de la lame terminale, arrivent à la base du cerveau, se recourbent en arrière, et semblent se terminer dans les corps mamillaires.

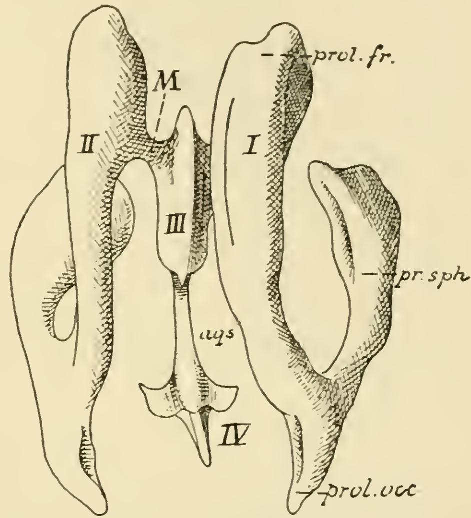


FIG. 103.
Moule des cavités ventriculaires de l'encéphale d'après WELKER (SDHWALBE).

I et *II* : Ventricules latéraux.
III : Ventricule médian.
M : Trou de MONRO.
aq. s. : Aqueduc de SYLVIUS.
IV : Quatrième ventricule.

Lorsque la voûte à trois piliers est appliquée contre la face inférieure du corps calleux, elle est formée de deux cordons aplatis de haut en bas. Le bord interne de ces cordons est épais et arrondi (*pars tecta columnae fornicis*), le bord externe est mince et s'applique dans le sillon choroïdien de la face supérieure de la couche optique (*pars libera columnae fornicis*). Au niveau de ce bord externe l'épithélium épendymaire du ventricule latéral passe sur le plexus choroïde latéral et de là se continue avec la *lamina affixa* ou partie épaissie de l'épithélium épendymaire tapissant la partie externe de la face supérieure de la couche optique. Le ventricule

latéral se trouve ainsi nettement séparé du troisième ventricule. Au moment où les piliers antérieurs se séparent du corps calleux pour descendre en bas, ils quittent en même temps l'extrémité antérieure de la couche optique : de là résulte entre cette couche et les piliers antérieurs de la voûte un orifice circulaire qui fait communiquer de chaque côté le ventricule médian avec le troisième ventricule : c'est le *trou de Monro.*

L'espace triangulaire laissé libre entre le genoux du corps calleux et les piliers antérieurs de la voûte à trois piliers est fermé par deux minces lamelles blanches (*lamina septi pellucidi*) qui constituent le *septum lucidum* ou la *cloison transparente.* L'espace linéaire qui sépare ces deux lamelles l'une de l'autre forme le *cinquième ventricule* ou *cavité de la cloison transparente* (*cavum septi pellucidi*). Ce cinquième ventricule est une cavité close de toutes parts. Il ne communique pas avec les autres ventricules, parce que, embryologiquement, il ne représente pas une partie du canal neural primitif.

III. *Commissure antérieure.* On donne ce nom à un faisceau blanc, assez épais, à direction transversale, situé entre les piliers antérieurs de la voûte à trois piliers et la lame terminale. La position de cette commissure apparaît nettement, sur des coupes sagittales médianes. Cette commissure est quelquefois double, formée d'un faisceau volumineux antérieur et d'un faisceau postérieur plus grêle et plus délicat.

Les ventricules du cerveau terminal ou ventricules latéraux.

Entre une des masses grises de la base, le noyau caudé, et la substance blanche de chaque hémisphère, il existe un espace libre qui constitue le *ventricule latéral* (*ventriculus lateralis*). Celui-ci communique avec le ventricule médian appartenant au cerveau intermédiaire par un orifice arrondi situé entre la couche optique et les piliers antérieurs de la voûte à trois piliers et appelé trou de Monro, fig. **103**.

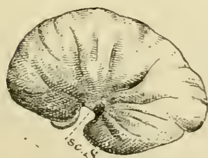


Fig. **104**.

Face externe du cerveau terminal d'un embryon humain de 12 centimètres de longueur. Gr. nat.

sc.S. : Fissure de Sylvius.

Pour se faire une bonne idée du ventricule latéral, il ne faut pas oublier que dans le cours du développement, chaque hémisphère s'est recourbé sur lui-même, de manière à décrire dans son ensemble une anse à concavité antérieure.

On se rend bien compte de cette disposition spéciale des hémis-

phères en comparant les cerveaux embryonnaires représentés dans les FIG. 104, 105 et 106. Chez l'adulte, cette courbe existe pour le noyau caudé. Nous avons vu, en effet, que chaque noyau caudé représente une tige de substance grise, recourbée sur elle-même, dont l'extrémité antérieure renflée occupe le lobe frontal, tandis que l'extrémité postérieure s'étend dans le lobe temporal. Cette courbure se retrouve encore dans la disposition du ventricule latéral.

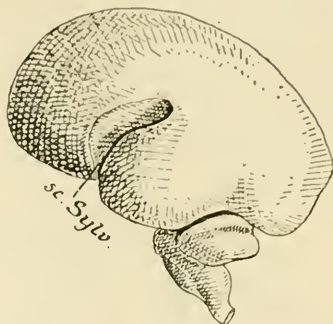


Fig. 105.
Face externe du cerveau terminal d'un embryon humain âgé d'environ quatre mois. Gr. nat.
sc. Sylv. : Fissure de SYLVIUS.

Le ventricule latéral, considéré dans son ensemble, n'est pas une cavité horizontale s'étendant dans chaque hémisphère du pôle frontal au pôle occipital. C'est une cavité repliée sur elle-même, présentant un prolongement antérieur qui s'enfonce dans le lobe frontal et qu'on appelle le *prolongement frontal* ou *corne antérieure (cornu anterius)*, et un prolongement postérieur qui se poursuit jusqu'à l'extrémité antérieure du

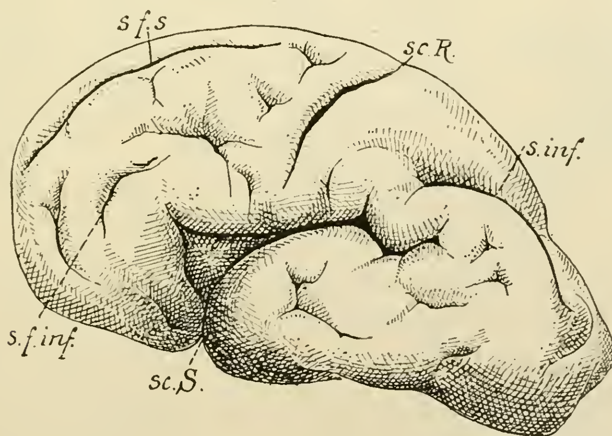


FIG. 106.
Face externe du cerveau terminal d'un embryon humain de 30 centimètres de longueur (environ 5 1/2 mois). Gr. nat.

s. S. : Fissure de SYLVIUS.
s. R. : Sillon de ROLANDO.
s. f. s. : Sillon frontal supérieur.
s. f. inf. : Sillon frontal inférieur.
s. inf. : Sillon interpariétal.

lobe temporal et qu'on appelle le *prolongement temporal* ou *corne inférieure (cornu inferius)* du ventricule latéral, FIG. 107.

De plus, au moment où ce ventricule se réfléchit dans le lobe temporal, une partie s'en détache par s'enfoncer dans le lobe occipital : c'est le *prolongement occipital* ou *corne postérieure* (*cornu posterius*).

Les deux ventricules latéraux sont séparés l'un de l'autre, en avant par la cloison transparente et les piliers antérieurs de la voûte, en arrière par le troisième ventricule. Ils sont séparés du ventricule médian par l'épithélium épendymaire qui passe du bord latéral de la voûte à trois piliers sur la face supérieure de la couche optique en recouvrant

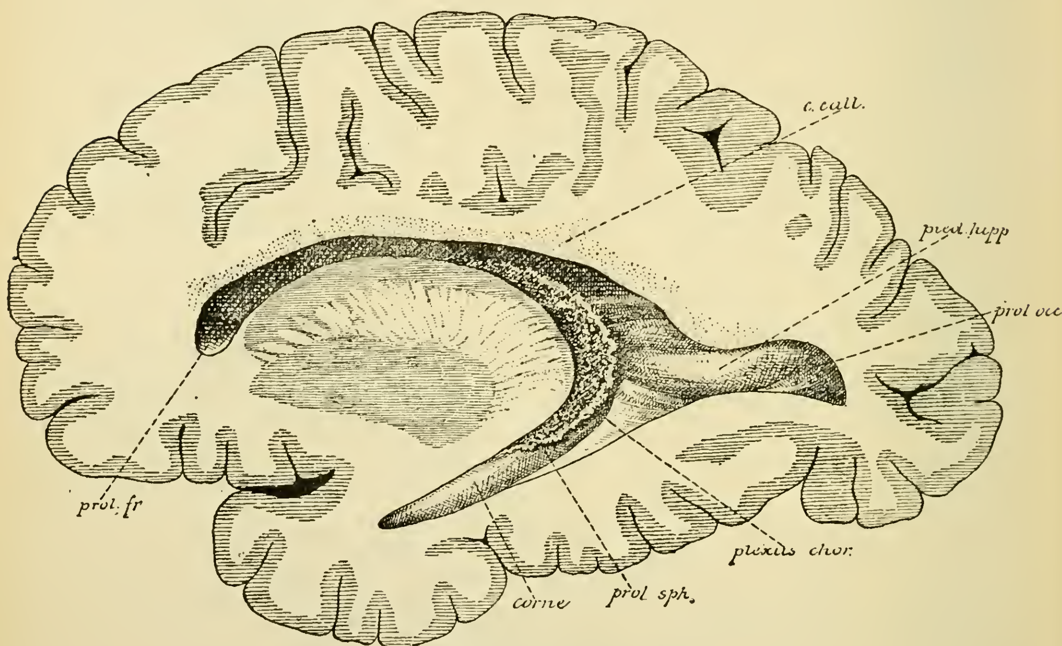


Fig. 107.

Section sagittale de l'hémisphère cérébral, quelque peu oblique en bas et en dehors, montrant toute l'étendue du ventricule latéral. Gr. nat. 2/3.

C. call. : Corps calleux.
pied hipp. : Pied d'hippocampe,
prol. fr. : Prolongement frontal ou corne antérieure du ventricule latéral.
prol. occ. : Prolongement occipital ou corne inférieure du ventricule latéral.
prol. sph. : Prolongement temporal ou corne inférieure du ventricule latéral.

le plexus choroïde latéral, fig. 108 . Chaque ventricule latéral communique avec le ventricule médian par le trou de Monro.

On peut distinguer à chaque ventricule latéral une partie moyenne qu'on appelle le *corps* ou *partie centrale (pars centralis)* du ventricule

et trois prolongements ou cornes : un prolongement frontal ou corne antérieure, un prolongement occipital ou corne postérieure et un prolongement temporal ou corne inférieure.

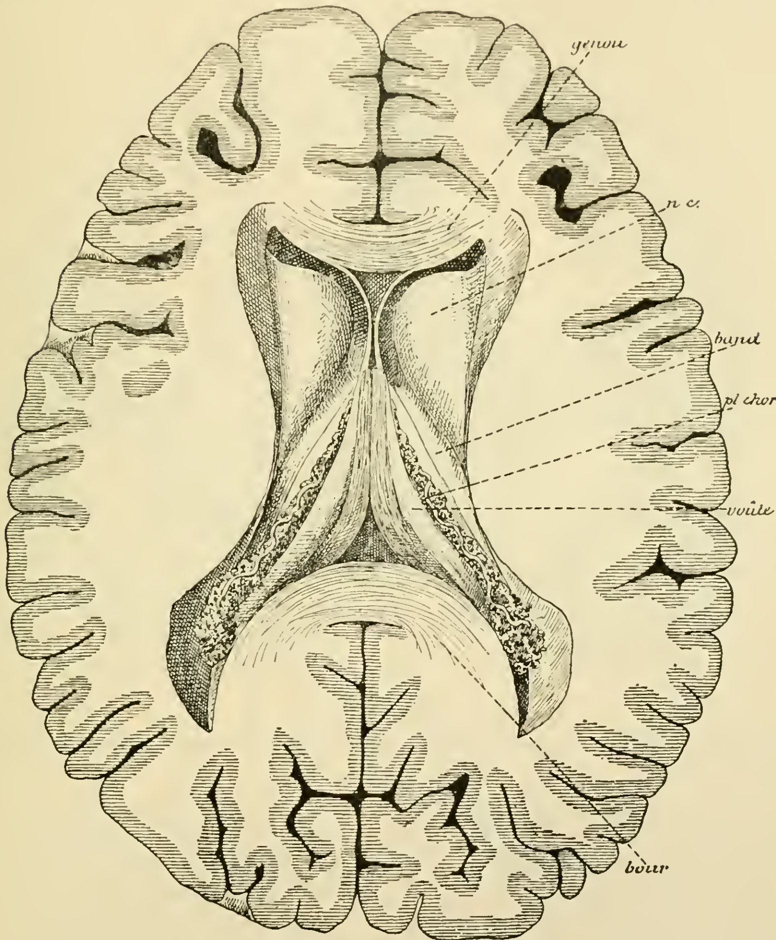


Fig. 108.
Les ventricules latéraux après l'enlèvement du corps calleux. Gr. nat. 2/3.

n. c. : Noyau caudé.
band. : Strie terminale.
pl. chor. : Plexus choroïde.
bour. : Bourrelet du corps calleux.

Le prolongement frontal présente comme plancher la partie renflée ou la tête du noyau caudé ; sa paroi interne est formée par la cloison transparente. La face inférieure du corps calleux forme la voûte, FIG. 109.

Le corps du ventricule latéral correspond à toute l'étendue de la

couche optique. Il se présente sur une coupe frontale comme une large fente transversale dont la paroi supérieure est formée par le corps calleux, tandis que la paroi inférieure présente de dehors en dedans : le corps du noyau caudé, la veine du corps strié ou veine terminale

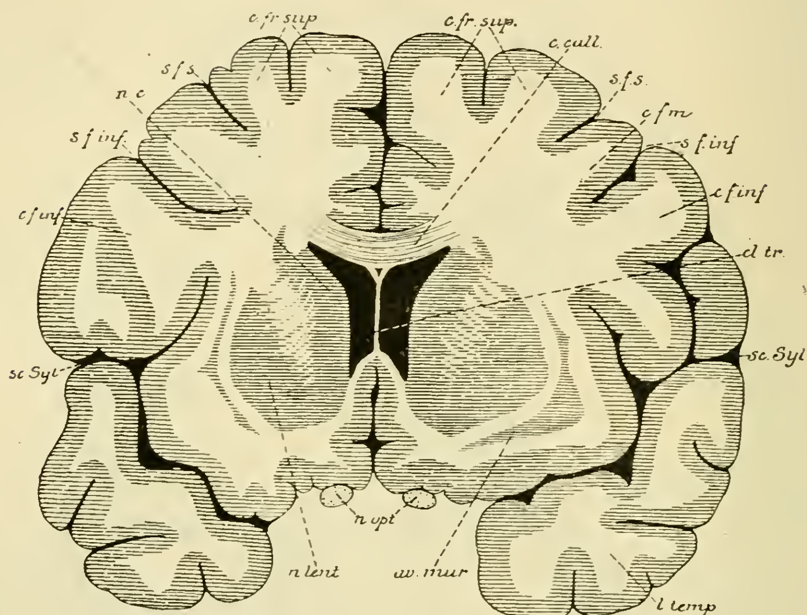


Fig. 109.

Coupe transversale du cerveau terminal passant par la corne antérieure du ventricule latéral. Gr. nat. 3/4.

c. fr. sup. : Circonvolution frontale supérieure.
s. f. s. : Sillon frontal supérieur.
c. call. : Corps calleux.
c. f. m. : Circonvolution frontale moyenne.
s. f. inf. : Sillon frontal inférieur.
c. f. inf. : Circonvolution frontale inférieure.
cl. tr. : Cloison transparente.
sc. Syl. : Fissure de Sylvius.
l. temp. : Lobe temporal.
av. mur. : Avant-mur.
n. opt. : Nerfs optiques.
n. lent. : Noyau lenticulaire.
nc : Noyau caudé.

avec la bandelette semi-circulaire ou strie terminale, une partie de la face supérieure de la couche optique recouverte par la *lamina affixa*, le plexus choroïde latéral et une partie de la face supérieure libre de la voûte à trois piliers, fig. 110.

Le prolongement occipital est limité en haut et en dehors par le corps calleux ; sa paroi interne et inférieure présente une éminence arrondie qu'on appelle l'*ergot de Morand* ou le *petit hippocampe (calcar avis)*. Celle-ci

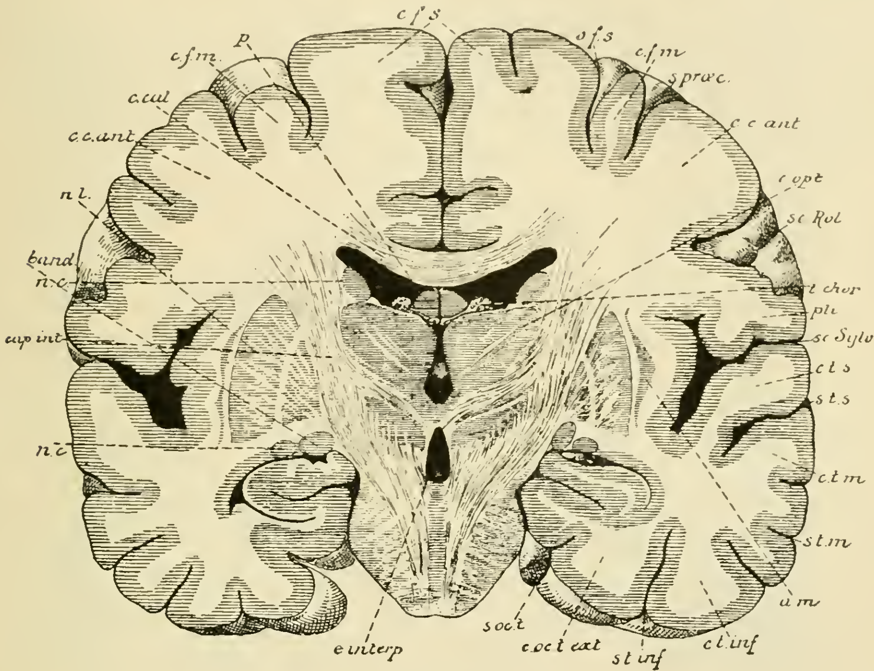


Fig. 110.

Coupe transversale de l'encéphale passant par la partie centrale du ventricule latéral.
Gr. nat. 3/4.

cfs : Circonvolution frontale supérieure.
sfs : Sillon frontal supérieur.
cfm : Circonvolution frontale moyenne.
s. præc. : Sillon précentral.
cc. ant. : Circonvolution centrale antérieure.
sc. Rol. : Sillon de Rolando.
c. opt. : Couche optique.
t. chor. : Toile choroïdienne.
pli : Pli de passage entre les deux circonvolutions centrales.
sc. sylv. : Fissure de Sylvius.
c. t. s. : Circonvolution temporale supérieure.
s. t. s. : Sillon temporal supérieur.
c. t. m. : Circonvolution temporale moyenne.
s. t. m. : Sillon temporal moyen.
am : Avant-mur.
c. t. inf. : Circonvolution temporale inférieure.
s. t. inf. : Sillon temporal inférieur.
c. oc. t. ext. : Circonvolution occipito temporale externe ou fusiforme.
s. occ. t. : Sillon occipito-temporal ou fissure collatérale.
e. interp. : Espace interpédonculaire.
nc : Noyau caudé.
cap. int. : Bras postérieur de la capsule interne.
band. : Bandelette optique.
c. cal. : Corps calleux.
p : Voûte à trois piliers.

représente simplement la saillie produite dans la cavité ventriculaire par la paroi de la vésicule hémisphérique refoulée en dedans par la *fissure calcarine.* Vous vous rappelez que cette fissure existe sur la face interne du lobe occipital et qu'elle constitue un sillon complet, FIG. 111. Au-dessus de cette saillie on en trouve une autre, plus petite, appelée *bulbe de la corne postérieure.* Nous avons vu qu'elle correspond à la fissure parieto-occipitale de la face interne des hémisphères cérébraux, fissure pariéto-occipitale qui représente un sillon complet.

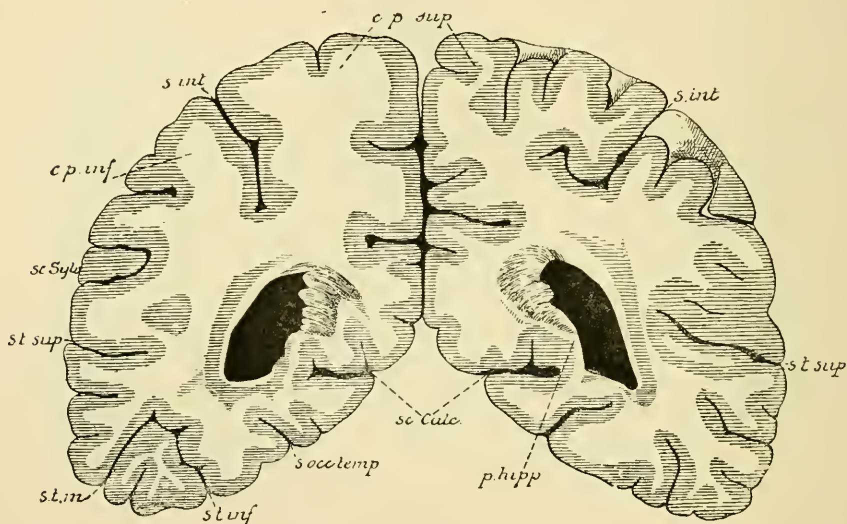


FIG. 111.

Coupe transversale du cerveau terminal passant par le prolongement occipital du ventricule latéral. Gr. nat. 3/4.

c. p. sup. : Circonvolution pariétale supérieure.
s. int. : Sillon interpariétal.
c. p. inf. : Circonvolution pariétale inférieure.
sc. Sylv. : Fissure de SYLVIUS.
s. t. sup. : Sillon temporal supérieur.
s. t. m. : Sillon temporal moyen.
s. t. inf. : Sillon temporal inférieur.
s. oc. temp. : Sillon occipito-temporal ou fissure collatérale.
sc. calc. : Fissure calcarine.
p. hipp. : Petit hippocampe.

Le prolongement temporal se termine en cul-de-sac à environ deux centimètres au devant de l'extrémité antérieure du lobe temporal. Ce prolongement n'est fermé du côté de la fissure de l'hippocampe que par l'épithélium épendymaire refoulé dans la cavité ventriculaire par un repli de la pie-mère. Celle-ci présente à ce niveau une série de houppes vasculaires qui vont constituer les plexus choroïdes latéraux du prolongement temporal. La paroi supérieure de ce prolongement est formée

par de la substance blanche, dans laquelle on trouve des fibres de la commissure antérieure, et par la substance grise de la queue du noyau caudé. Sur le plancher, on trouve une saillie blanche, lisse et arrondie,

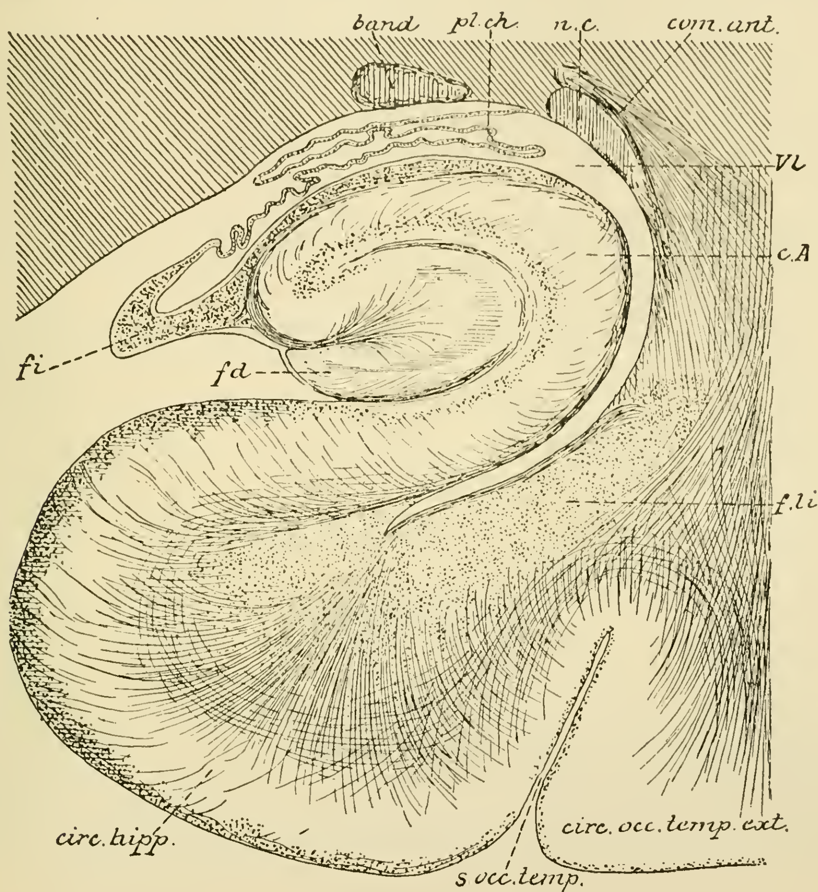


FIG. 112.

Coupe à travers le prolongement temporal du ventricule latéral (d'après EDINGER).

band. : Bandelette optique.
nc : Queue de noyau caudé.
pl. ch. : Plexus choroïde.
com. ant. : Fibres de la commissure antér.
vl : Cavité ventriculaire.
cA : Corne d'AMMON.
f. li. : Faisceau longitudinal inférieur (fibres d'association).
fd : Faisceau denté.
fi. : Fimbria.

à grand diamètre antéro-postérieur, qu'on appelle *corne d'Ammon*, *hippocampe* ou *grand pied d'hippocampe*. Elle représente simplement la paroi ventriculaire refoulée en dedans par la fissure de l'hippocampe qui est un sillon primaire complet, FIG. 112.

En dehors et un peu en dessous de la corne d'AMMON, le plancher de

la corne inférieure du ventricule latéral présente quelquefois une légère saillie ventriculaire à direction antéro-postérieure : *l'éminence collatérale (eminentia collateralis)* représentant la paroi ventriculaire inférieure refoulée dans la cavité ventriculaire par la fissure collatérale, sillon complet qui parcourt, dans toute son étendue, le lobe temporo-occipital.

En dedans de la corne d'Ammon, on voit une mince bandelette blanche, appelée *fimbria* ou *corps bordant, fi*; elle se continue en arrière avec les piliers postérieurs de la voûte à trois piliers. De ce corps bordant se détache l'épendyme qui, après avoir été refoulé par la pie-mère dans la cavité ventriculaire et avoir tapissé les plexus choroïdes, va se continuer avec l'épendyme de la paroi supérieure; il ferme ainsi le ventricule latéral au fond de la scissure de l'hippocampe, FIG. 112.

En dessous et un peu en dehors du corps bordant, et par conséquent à l'extérieur de la cavité ventriculaire, on pénètre au fond de la fissure de l'hippocampe dans laquelle on rencontre le *faisceau denté* que nous avons décrit avec les circonvolutions.

Littérature.

Hochstetter : *Ueber die Beziehung des Thalamus opticus zum Seitenventrikel der Grosshirnhemisphären ;* Anatomischer Anzeiger. 1895, pp. 295-302. — L. Edinger : *Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane des Menschen und der Thiere.* Vierte Auflage, Leipzig, 1893. — W. His : *Die anatomische Nomenclatur ;* Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatomische Abtheilung, 1895. Supplement-Band.

HUITIÈME LEÇON

Les enveloppes de l'axe cérébro-spinal.

La dure-mère : dure-mère spinale et dure-mère cranienne.
Les lacs sanguins.
La pie-mère : pie-mère spinale et pie-mère cranienne.
L'arachnoïde : arachnoïde spinale et arachnoïde cranienne.
Les granulations de Pacchioni.

L'axe cérébro-spinal est entouré, dans la cavité encéphalo-rachidienne, par trois membranes qui lui sont propres. Ce sont les *méninges*. Elles varient entre elles par leur structure et par leur richesse en vaisseaux sanguins. La plus externe est de nature fibreuse : c'est la *dure-mère* (*dura mater*). Elle forme autour de l'axe cérébro-spinal un immense sac fibreux parfaitement clos de toutes parts. Dans la boîte cranienne, cette dure-mère adhère intimement à la face interne des os, tandis qu'elle est libre sur toute la longueur du canal rachidien.

La plus interne de ces méninges s'appelle la *pie-mère* (*pia mater*). C'est une membrane conjonctive, excessivement riche en vaisseaux sanguins, qui se trouve directement appliquée sur la face externe des diverses parties de l'axe cérébro-spinal.

Entre la dure-mère et la pie-mère se trouve le feuillet méningé moyen, appelé l'*arachnoïde* (*arachnoida*). Celle-ci n'est autre qu'une mince membrane conjonctive plus rapprochée de la dure-mère que de la pie-mère et reliée à ces deux enveloppes par de nombreuses brides conjonctives. Les espaces libres entre la dure-mère et l'arachnoïde constituent la *cavité sous-arachnoidienne* ou *cavité subdurale (cavum subdurale)*. Entre l'arachnoïde et la pie-mère existe la *cavité sous-arachnoïdienne (cavum subarachnoideale)*. Réduite à des espaces linéaires sur la plus grande étendue de l'encéphale, la cavité sous-arachnoïdienne devient volumineuse à certains endroits de la face externe de l'encéphale et sur toute l'étendue de la moelle épinière; ces cavités portent le nom de *confluents sous-arachnoïdiens (cisternae subarachnoidales)*. La cavité sous-arachnoïdienne est occupée par un liquide séreux : le *liquide encéphalo-rachidien.*

Ces trois enveloppes se comportent d'une façon différente autour de l'encéphale et le long de la moelle épinière. Aussi, pour la facilité de la description, distingue-t-on une *dure-mère spinale* et une *dure-mère cranienne ;* une *pie-mère spinale* et une *pie-mère cranienne ;* une *arachnoïde spinale* et une *arachnoïde cranienne.*

Dure-mère.

Dure-mère spinale (*dura mater spinalis*). La dure-mère spinale forme un sac fibreux enveloppant la moelle épinière avec une partie des nerfs périphériques qui en dépendent. Elle occupe toute l'étendue du canal rachidien depuis le trou occipital jusqu'au niveau de la deuxième ou de la troisième vertèbre sacrée.

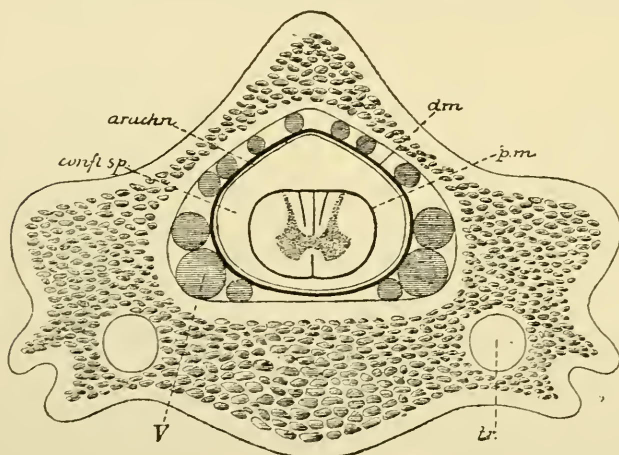


Fig. 113.

Coupe transversale de la colonne vertébrale au niveau des vertèbres cervicales inférieures.

tr. : Canal transversaire.
pm : Pie-mère.
confl. sp. : Confluent spinal ou confluent cerebello-médullaire.
arach. : Arachnoïde.
dm : Dure-mère.
V : Veines occupant l'espace libre entre la dure-mère et la paroi du canal rachidien.

La face externe de ce sac fibreux est libre. Elle est séparée de la face interne des os par du tissu conjonctif adipeux et par les veines des plexus intra-rachidiens, fig. 113. Le tissu adipeux est surtout abondant entre la dure-mère spinale et les lames des vertèbres. En avant, la dure-mère repose directement sur le *grand surtout ligamenteux postérieur*, auquel elle est unie par de nombreuses brides conjonctives, abondantes surtout le long de la moelle cervicale et de la moelle lombaire.

La face interne du sac dural est lisse. Elle répond directement à la méninge moyenne ou feuillet arachnoïdien, à laquelle elle est reliée par

de nombreux filets conjonctifs très grêles. L'espace libre entre ces deux membranes forme la *cavité subdurale* (*cavum subdurale*) ou *cavité sus-arachnoïdienne.*

La racine antérieure et la racine postérieure de chaque nerf spinal traversent séparément la dure-mère spinale. Celle-ci se prolonge sur ces racines jusqu'au niveau du ganglion spinal, où elle se continue insensiblement en partie avec le névrilemme du nerf périphérique et en partie avec le périoste des os voisins.

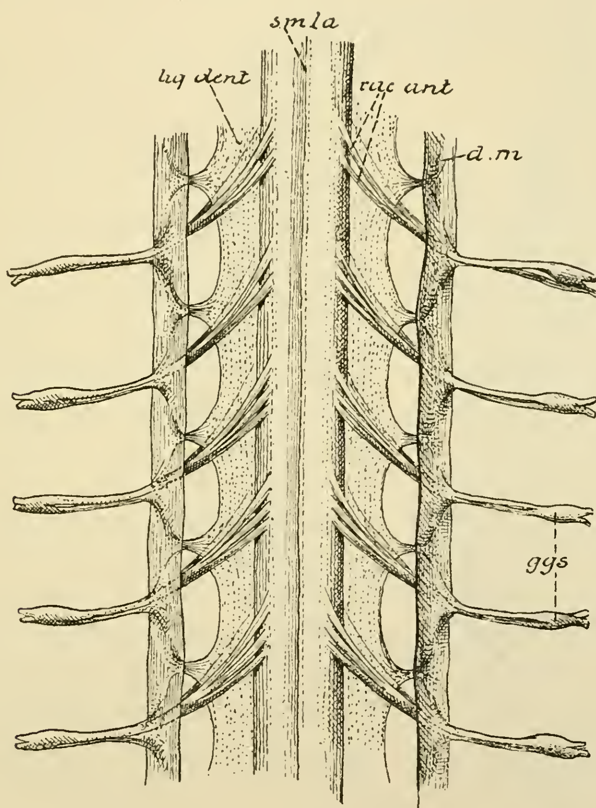


Fig. 114.

Partie de la moelle dorsale montrant le ligament dentelé. Gr. nat.

smld : Sillon médian longitudinal postérieur.
rac. ant. : Racines antérieures des nerfs spinaux.
d. m. : Partie de la dure-mère.
lig. dent. : Ligament dentelé.
ggs : Ganglions spinaux.

La face interne de la dure-mère spinale est encore unie de chaque côté à la pie-mère par le *ligament dentelé* (*ligamentum denticulatum*). On donne ce nom à une bande fibreuse étendue verticalement entre les

racines antérieures et les racines postérieures des nerfs cervicaux et des nerfs dorsaux et reliant la face latérale de la moelle épinière à la face interne de la dure-mère, FIG. 114. Le bord interne de ce ligament se continue directement avec la pie-mère depuis le premier nerf cervical jusqu'au premier nerf lombaire. Le bord externe est festonné : libre le long des arcades, il s'insère par ses parties saillantes à la face interne de la dure-mère, au milieu de l'espace qui sépare la sortie de deux nerfs périphériques voisins.

A son extrémité supérieure, la dure-mère spinale adhère intimement sur tout le pourtour du trou occipital en se continuant avec la dure-mère cranienne.

L'extrémité inférieure forme un sac enveloppant toutes les racines nerveuses qui constituent la queue de cheval. Elle se termine en cul- de-sac au niveau de la deuxième ou troisième vertèbre sacrée et se prolonge sur le filet terminal, qu'elle accompagne jusque sur la face postérieure du coccyx (*filum durae matris spinalis*), FIG. 115.

Dure-mère cranienne (*dura mater encephali*). La dure-mère cranienne forme l'enveloppe la plus externe de l'encéphale. Elle est intimement adhérente à la face interne des os du crâne, dont elle constitue le périoste interne. Cette adhérence est surtout prononcée à la base du crâne,

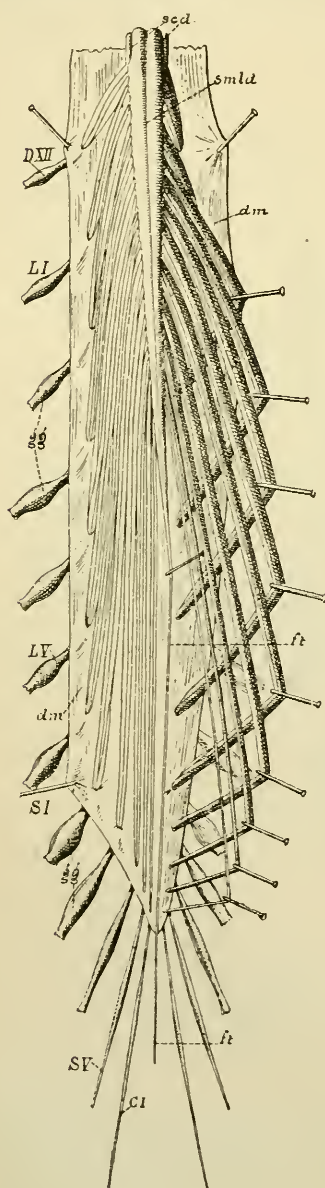


FIG. 115.

Face dorsale de la partie inférieure de la moelle épinière avec la queue de cheval, après l'ouverture de la dure-mère. Gr. nat. 1/2.

DXII : Douzième nerf dorsal.
LI et *LV* : Premier et cinquième nerfs lombaires.
SI et *SV* : Premier et cinquième nerfs sacrés.
CI : Premier nerf coccygien.
ft : Filet terminal.
gg : Ganglions spinaux.
smld : Sillon médian postérieur.
scd : Sillon collatéral postérieur.
dm : Dure-mère ouverte.

non pas seulement à cause des nombreux nerfs craniens qui, en passant par les orifices de la base, reçoivent de la dure-mère une enveloppe conjonctive, mais surtout à cause des différentes saillies osseuses auxquelles la dure-mère adhère intimement : l'apophyse crista-galli de l'ethmoïde, le bord postérieur des petites ailes du sphénoïde, le bord supérieur de la portion pierreuse du temporal, le pourtour de la selle turcique, la saillie cruciforme de l'occipital, etc.

Du côté de la calotte cranienne, la dure-mère n'adhère fortement qu'aux sutures ; ailleurs elle se laisse détacher assez facilement de la face interne des os. Cette adhérence aux os de la calotte est d'ailleurs variable d'individu à individu et augmente considérablement avec l'âge.

Entre la face externe de la dure-mère et la face interne des os, on trouve les ramifications des artères et des veines méningées, FIG. 116 : l'artère méningée antérieure provenant de l'artère ethmoïdale ; l'artère méningée moyenne, la plus importante et la plus volumineuse, provenant de l'artère maxillaire interne ; l'artère méningée postérieure, qui entre dans le crâne par le trou déchiré postérieur, comme branche de l'artère vertébrale.

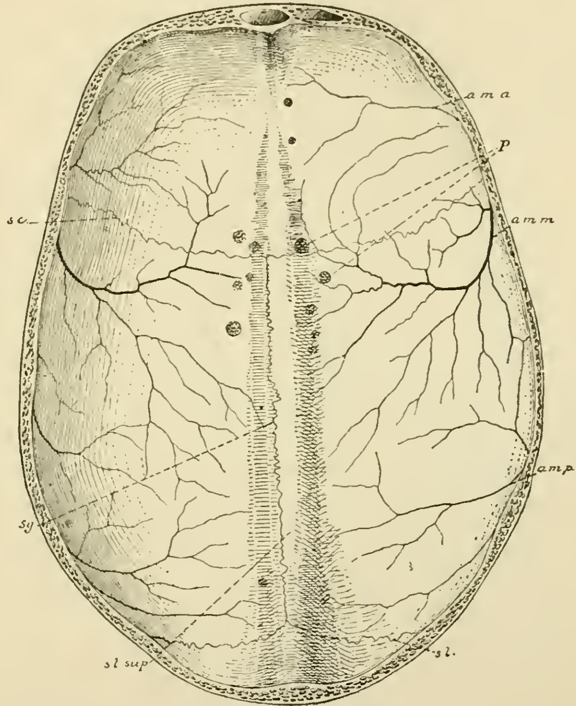


FIG. 116.

Dure-mère cranienne après enlèvement de la calotte du crâne. Gr. nat, 1/3.

a. m. a. : Artère méningée antérieure.
a. m. m. : Artère méningée moyenne.
P : Granulations de PACCHIONI.
a. m. p. : Artère méningée postérieure.
s. c. : Traces de l'adhérence à la suture coronaire.
s. g. : Traces de l'adhérence à la suture sagittale.
s. l. : Traces de l'adhérence à la suture lambdoïde.
s. l. sup. : Sinus longitudinal supérieur.

Les veines méningées accompagnent les artères. Elles s'ouvrent d'une part dans le sinus longitudinal supérieur, d'autre part dans les veines extra-craniennes correspondantes aux artères.

La face externe de la dure-mère est rugueuse. Sa face interne est lisse et polie. Elle est tapissée d'une couche de cellules endothéliales, que les auteurs français considèrent comme représentant le feuillet pariétal d'une séreuse. Cette face interne est libre sur toute son étendue. Elle répond au feuillet méningé moyen ou arachnoïde. Elle n'est reliée à ce feuillet que par les veines qui viennent de la pie-mère et traversent l'arachnoïde et les cavités sus-arachnoïdiennes pour se déverser dans les sinus veineux de la dure-mère.

De la face interne de la dure-mère cranienne partent des prolongements qui s'enfoncent entre les parties les plus volumineuses de l'encéphale pour maintenir ces parties dans leur situation respective, quelle que soit la position du corps.

L'un de ces prolongements est plus ou moins transversal. Il s'engage entre la face supérieure du cervelet et la face inférieure des lobes occipitaux du cerveau terminal jusque dans le voisinage du cerveau moyen. Il protège le cervelet de toute compression de la part du cerveau terminal. On l'appelle la *tente du cervelet* (*tentorium cerebelli*). L'autre a une direction verticale. Il s'étend depuis l'apophyse crista-galli de l'ethmoïde jusque près du pourtour postérieur du trou occipital. Il est divisé en deux parties par la tente du cervelet. La partie la plus volumineuse s'engage entre les hémisphères cérébraux : c'est la *faux du cerveau* (*falx cerebri*). La partie postérieure occupe l'échancrure postérieure du cervelet et porte le nom de *faux du cervelet* (*falx cerebelli*).

La face supérieure de la *tente du cervelet* est libre et répond à la face inférieure des lobes occipitaux, FIG. 117. Sur la ligne médiane elle donne insertion au prolongement vertical de la dure-mère qui s'enfonce entre les deux hémisphères cérébraux : la *faux du cerveau*. La face inférieure est libre aussi; elle repose et se moule sur la face supérieure du cervelet. Sur la ligne médiane elle donne insertion à un prolongement vertical beaucoup plus grêle, qui s'engage dans l'échancrure postérieure du cervelet : la *faux du cervelet*.

Le bord postérieur est convexe. Il adhère à la protubérance occipitale interne, à la partie horizontale de la gouttière latérale de l'occipital et au bord supérieur libre du rocher pour se terminer de chaque côté à l'*apophyse clinoïde postérieure*. Le long de la face interne de l'occipital, la tente du cervelet présente un dédoublement de ses deux feuillets constitutifs circonscrivant une cavité triangulaire : le *sinus latéral* ou *transverse* (*sinus transversus*), qui correspond à la gouttière latérale. Au niveau du bord supérieur du rocher, il existe, dans l'épaisseur du bord

adhérent de la tente du cervelet, un sinus beaucoup plus petit : le *sinus pétreux supérieur* (*sinus petrosus superior*).

Près de l'extrémité interne du rocher, ce bord de la tente du cervelet passe comme un pont au-dessus de la petite dépression que présente à ce niveau la portion pierreuse du temporal et aide ainsi à circonscrire un orifice ovalaire, par lequel passe le nerf trijumeau.

Le bord antérieur de la tente du cervelet est libre. Il circonscrit une ouverture ogivale, par laquelle passe le cerveau moyen. De chaque côté, l'extrémité antérieure de ce bord passe au-dessus de l'extrémité antérieure du bord postérieur pour aller s'insérer à l'*apophyse clinoïde antérieure*.

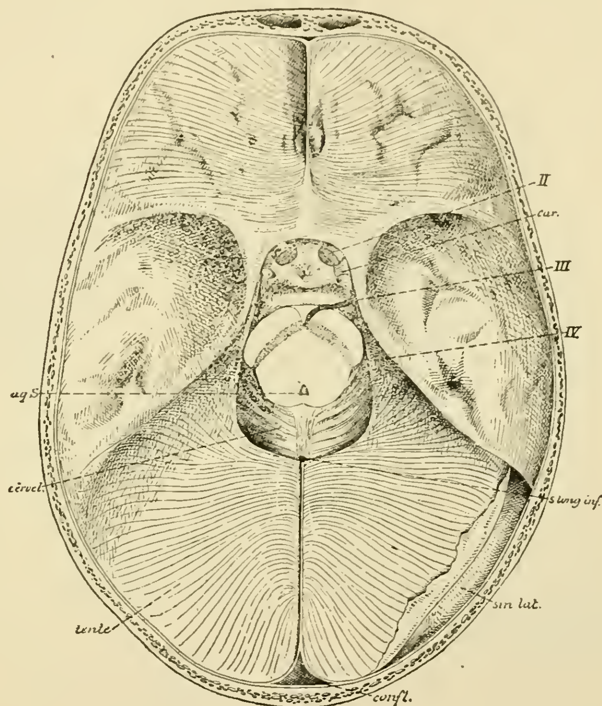


Fig. 117.
La tente du cervelet vue par sa face supérieure. Gr. nat. 1/2.

tente : Tente du cervelet.
confl. : Confluent des sinus.
sin. lat. : Sinus latéral ouvert.
s.long. inf. : Section du sinus longitudinal inférieur.
IV : Nerf pathétique.
car. : Coupe de la carotide interne.
III : Nerf oculo-moteur commun.
II : Nerf optique.
aq. S. : Coupe de l'aqueduc de Sylvius dans le cerveau moyen.
cerv. : Partie de la face supérieure du cervelet qui n'est pas recouverte par la tente.

Le petit espace triangulaire, compris de chaque côté de la selle turcique entre le bord postérieur de la tente s'insérant à l'apophyse clinoïde postérieure, le bord antérieur attaché à l'apophyse clinoïde antérieure et une ligne fictive unissant ces deux apophyses, est fermé par une expansion de la dure-mère. Cette expansion est traversée, ainsi que nous le verrons plus tard, par le *nerf oculo-moteur commun* et par le *nerf pathétique*.

Le prolongement vertical de la dure-mère qui s'engage dans la scissure

médiane interhémisphérique constitue la *faux du cerveau*, FIG. **118.** Les faces latérales de ce prolongement sont libres, elles répondent aux faces internes des hémisphères cérébraux. Le bord supérieur est adhérent, il répond à la gouttière longitudinale qui existe, sur la ligne médiane, à la face interne de la calotte cranienne, depuis la crête du frontal jusqu'à

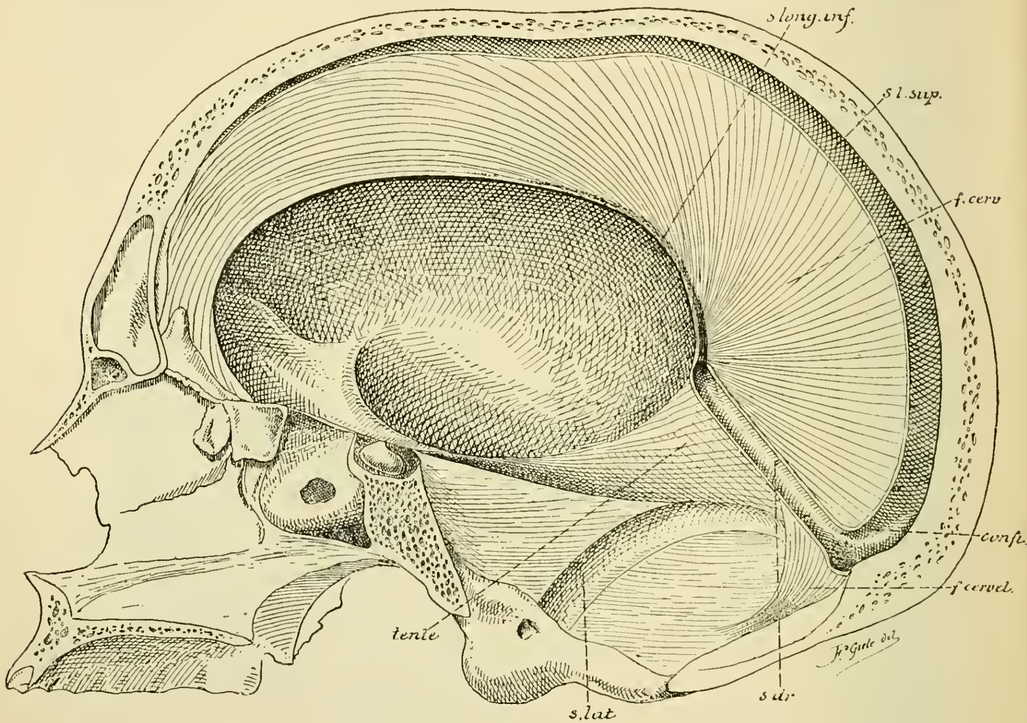


FIG. **118.**

Section sagittale faite un peu en dehors de la ligne médiane sur un crâne où les prolongements de la dure-mère étaient conservés. Gr: nat. 2/3.

s. long. inf. : Sinus longitudinal inférieur.
s. l. sup. : Sinus longitudinal supérieur.
f. cerv. : Faux du cerveau.
confl. : Confluent des sinus.
f. cervel. : Faux du cervelet.
s. dr. : Sinus droit.
s. lat. : Sinus latéral.
tente : Partie de la tente du cervelet.

la protubérance occipitale interne. Le long de ce bord, la dure-mère se dédouble en deux feuillets qui circonscrivent un espace triangulaire : le *sinus longitudinal* ou *sagittal supérieur* (*sinus sagittalis superior*). Au niveau de la protubérance occipitale interne, ce sinus longitudinal supérieur s'élargit considérablement en se réunissant avec les deux sinus latéraux et forme le *confluent des sinus* (*confluens sinuum*).

Le bord inférieur de la faux du cerveau est libre : il répond en

arrière à la face convexe du corps calleux; en avant, il reste séparé de cette face sur une étendue de dix à quinze millimètres, de sorte que là les deux hémisphères cérébraux sont directement en contact. Dans l'épaisseur de la dure-mère, il existe, le long de la moitié postérieure de ce bord inférieur, un sinus veineux : le *sinus longitudinal* ou *sagittal inférieur (sinus sagittalis inferior).*

Par son extrémité antérieure la faux du cerveau adhère à l'apophyse crista-galli de l'ethmoïde. Son extrémité postérieure, beaucoup plus large, se continue avec la face supérieure de la tente du cervelet. Le long de la ligne d'insertion de la faux du cerveau à la face supérieure de la tente du cervelet, il existe un sinus veineux qui relie le sinus longitudinal inférieur au confluent des sinus : c'est le *sinus droit (sinus rectus).*

La *faux du cervelet* est un prolongement vertical de la dure-mère, qui part de la face interne de l'occipital, depuis la protubérance occipitale interne jusque près du bord postérieur du trou occipital, et qui s'engage dans l'échancrure que présente le bord postérieur du cervelet. Ses faces latérales sont libres et répondent à la partie postérieure des hémisphères cérébelleux. Son bord antérieur est libre et répond à l'extrémité postérieure du lobe médian. Son bord postérieur renferme deux sinus très grêles : les *sinus occipitaux latéraux (sinus occipitalis)*, qui communiquent en haut avec le confluent des sinus et se rendent en bas vers le trou déchiré postérieur. L'extrémité supérieure large s'insère sur la face inférieure de la tente du cervelet; l'extrémité inférieure effilée se bifurque et se perd autour du trou occipital.

Outre les sinus veineux qui résultent d'un écartement local des deux feuillets constitutifs de la dure-mère, on trouve encore dans l'épaisseur de celle-ci de petites cavités irrégulières, qui ont leur siège de prédilection de chaque côté du sinus longitudinal supérieur. Signalées par Faivre en 1853, elles ont été décrites pour la première fois, en 1868, par Trolard qui leur donna le nom de *lacs sanguins* Ces cavités intra-durales communiquent avec le sinus longitudinal supérieur, avec les veines méningées et avec les veines cérébrales. Trolard les considère comme des réservoirs destinés à recevoir momentanément le trop plein du sang veineux, quand la circulation cranienne est quelque peu gênée, en attendant que ce sang veineux puisse être déversé dans les veines extra-craniennes, soit par les veines méningées, soit par les veines diploïques.

Quand on enlève, sur un cadavre, la calotte du crâne par un trait de scie horizontal, on trouve sur la face externe de la dure-mère ainsi

mise à nu, de chaque côté et un peu en dehors du sinus longitudinal supérieur, de petites masses granuleuses blanchâtres : elles constituent ce qu'on appelle les *granulations de Pacchioni* ou *granulations arachnoïdiennes (granulationes arachnoideales* seu *Pacchioni)*. Elles n'existent pas chez l'enfant, mais deviennent de plus en plus apparentes et de plus en plus nombreuses avec l'âge. D'après Trolard, ces granulations sont des productions de la membrane arachnoïdienne; nous y reviendrons en parlant de l'arachnoïde. Elles nous intéressent pour le moment, parce que c'est précisément à leur niveau que se trouvent les cavités intradurales qui constituent les lacs sanguins. Ces granulations font saillie sur le plancher de ces lacs; en continuant à se développer, elles gagnent la voûte de ces cavités et l'amincissent considérablement jusqu'à la réduire au simple revêtement endothélial, fig. 119; elles repoussent même celui-ci au-dehors et viennent toucher la face interne des os qu'elles rongent, produisant ainsi à la face interne du pariétal, tout près de son bord supérieur, des dépressions plus ou moins profondes. Dans certains cas même, relativement assez rares, elles peuvent percer d'outre en outre toute l'épaisseur du pariétal et faire hernie à la face externe du crâne.

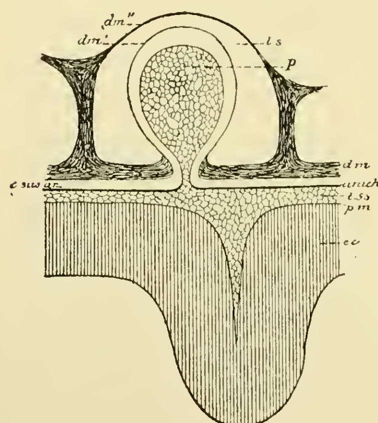


Fig. 119.
Figure schématique montrant les rapports d'une granulation de Pacchioni avec un lac sanguin de la dure-mère (d'après Schwalbe).

p : Villosité de l'arachnoïde.
dm' : Feuillet profond de la dure-mère.
dm'' : Feuillet supérieur de la dure-mère.
ls : Lac sanguin.
dm : Dure-mère.
arach. : Arachnoïde.
t. ss : Tissu sous-arachnoïdien.
pm : Pie-mère.
ec. : Ecorce grise du cerveau.

Pendant ce développement lent mais continu, la granulation de Pacchioni reste toujours recouverte par le lac sanguin. En pénétrant jusque dans le diploë des os pariétaux, ce lac sanguin peut se mettre en rapport avec des veines diploïques, voire même avec des veines extra-craniennes et servir encore de cette manière comme dérivatif à la circulation veineuse intra-cranienne.

La dure-mère cranienne reçoit des branches nerveuses du rameau nasal de l'opthalmique pour sa partie frontale, du nerf maxillaire inférieur, branches qui accompagnent la distribution de l'artère méningée moyenne; enfin des branches provenant directement

du nerf ophthalmique et connues sous le nom de *nerfs récurrents d'Arnold*, elles sont destinées à la tente du cervelet.

Pie-mère.

La pie-mère constitue l'enveloppe la plus interne de l'axe cérébro-spinal. Elle se trouve partout directement en contact avec le tissu nerveux sous-jacent, auquel elle est unie intimement grâce aux nombreuses artérioles qui proviennent des vaisseaux sanguins renfermés dans la pie-mère et qui pénètrent de tous côtés dans la substance nerveuse. C'est dans la pie-mère, en effet, que se divisent et se subdivisent les artères qui doivent amener le sang au système nerveux central, de telle sorte que cette membrane est considérée à juste titre comme la membrane nourricière de l'axe cérébro-spinal.

Pie-mère spinale (pia mater spinalis). La moelle épinière est enveloppée directement par la pie-mère. Celle-ci envoie un repli au fond de la fissure médiane longitudinale ventrale, tandis que partout ailleurs elle adhère intimement à la surface externe de la substance nerveuse.

Au niveau du sillon médian longitudinal postérieur et du sillon paramédian postérieur, l'adhérence est un peu plus forte, non pas, comme on l'a cru pendant longtemps, parce que, à ces niveaux, la pie-mère envoie dans l'épaisseur de la moelle épinière des cloisons conjonctives, mais parce que les cellules de neuroglie et les cellules épendymaires, qui constituent ces cloisons, viennent s'insérer par leurs prolongements périphériques aux couches profondes de la pie-mère, ainsi que nous le verrons en étudiant la structure interne de la moelle épinière.

Pie-mère cranienne (pia mater encephali). La pie-mère cranienne recouvre immédiatement la face externe de l'encéphale : elle s'insinue dans tous les sillons et recouvre toutes les circonvolutions. L'adhérence de la pie-mère cranienne à la substance nerveuse est beaucoup moins intime que pour la pie-mère spinale, aussi, sur tout le pourtour de l'encéphale la pie-mère se laisse-t-elle enlever avec la plus grande facilité.

L'adhérence est plus intime tout le long de la fente cérébrale de Bichat et sur la face postérieure du rhombencéphale, entre la face inférieure du cervelet et la face postérieure de la moelle allongée, parce que, à ces niveaux, la pie-mère refoulant l'épithélium épendymaire pénètre dans le troisième ventricule, les ventricules latéraux et dans le quatrième ventricule pour constituer les toiles choroïdiennes.

La partie latérale de la fente de Bichat correspond à la fissure de

l'hippocampe. A ce niveau, la pie-mère pénètre dans le prolongement temporal du ventricule latéral pour y constituer la partie inférieure du plexus choroïde latéral, FIG. 120.

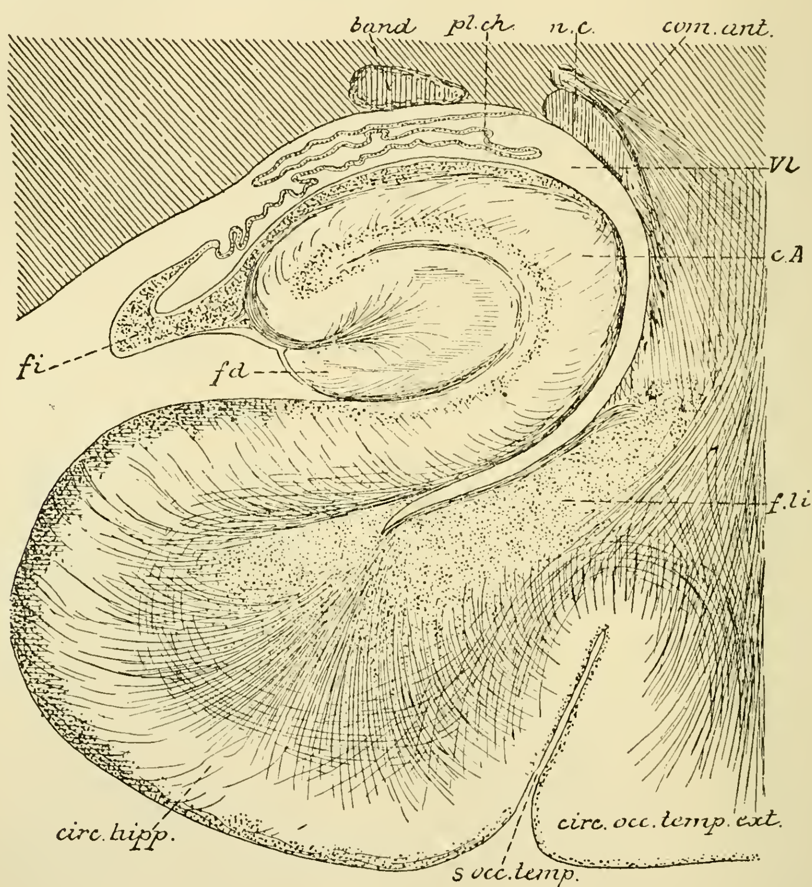


FIG. 120.

Coupe à travers le prolongement temporal du ventricule latéral (d'après EDINGER).

band. : Bandelette optique.	*cA* : Corne d'AMMON.
nc : Queue de noyau caudé.	*f. li.* : Faisceau longitudinal inférieur (fibres d'association).
pl. ch. : Plexus choroïde.	*fd* : Faisceau denté.
com. ant. : Fibres de la commissure antér.	*fi.* : Fimbria.
vl : Cavité ventriculaire.	

La partie moyenne de la fente de BICHAT est limitée par le bourrelet du corps calleux et par les éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux. Par cette fente, la pie-mère pénètre horizontalement dans le troisième ventricule jusqu'au niveau des piliers antérieurs de la voûte à trois piliers. Elle recouvre directement le troisième ventricule

et repose par ses bords latéraux sur les deux couches optiques. On l'appelle la *toile choroïdienne du troisième ventricule (tela chorioidea ventriculi tertii).*

Elle a une forme triangulaire à base postérieure, FIG. 121. Ses

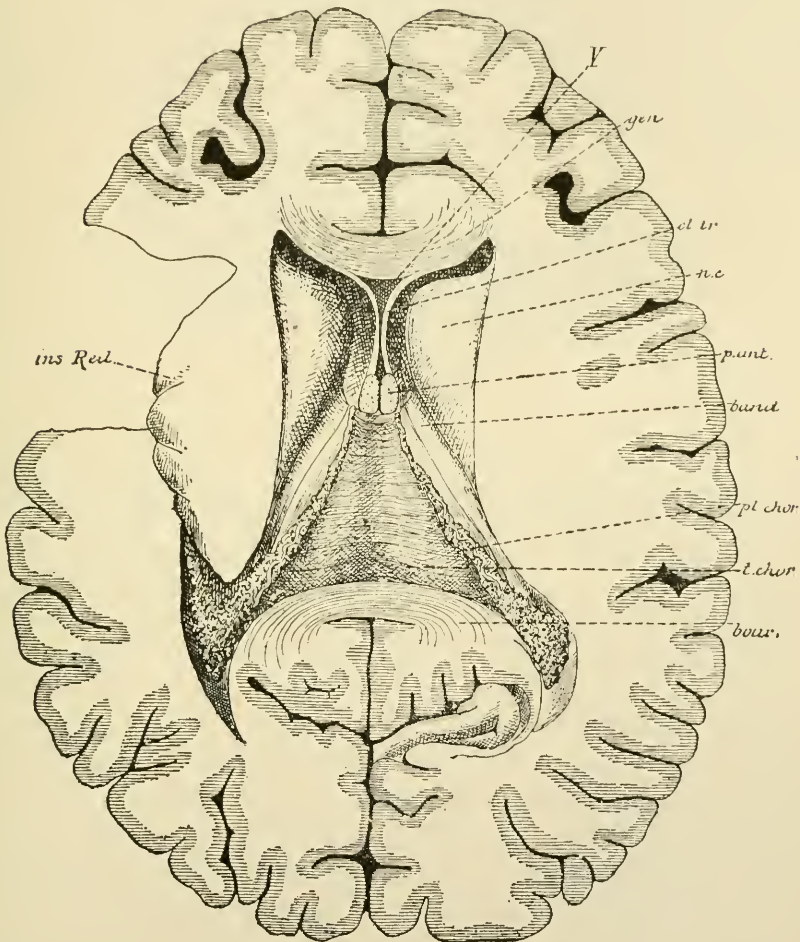


FIG. 121.
La toile choroïdienne du troisième ventricule. Gr. nat. 2/3.

bords latéraux s'engagent entre la couche optique et le bord libre de la voûte à trois piliers, jusque dans le ventricule latéral et reposent dans le sillon choroïdien que présente la face supérieure de la couche optique. Le long de ces bords latéraux existent les plexus choroïdes des ventricules latéraux *(plexus chorioideus ventriculi lateralis)* qui se continuent en arrière avec le plexus choroïde du prolongement temporal.

Ces plexus choroïdes sont recouverts par l'épithélium épendymaire ou *lame choroïdienne épithéliale (lamina chorioidea epithelialis)* se continuant, d'une part, en avant, avec l'épithélium épendymaire de la couche optique formant la *lamina affixa*, en arrière, avec l'épithélium qui tapisse la voûte du prolongement temporal du ventricule latéral et, d'autre part, avec l'épithélium épendymaire de la voûte à trois piliers depuis le trou de Monro jusqu'à l'extrémité de la *fimbria*. Le ventricule latéral se trouve donc fermé, en dedans et sur toute sa longueur, par cet épithélium épendymaire recouvrant le plexus choroïde, fig. 122.

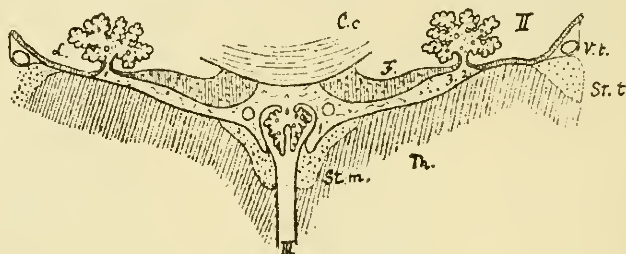


Fig. 122.

Coupe transversale passant par la toile choroïdienne du troisième ventricule et les parties voisines (d'après W. His).

II : Ventricule latéral.
III : Troisième ventricule.
Cc : Corps calleux.
F : Fornix ou voûte à trois piliers.
Th : Couche optique.
St. m. : Strie médullaire.
St. t. : Strie terminale.
V. t. : Veine terminale.
L : Lamina affixa.

Sur la face inférieure de la toile choroïdienne, de chaque côté de la ligne médiane, existe le *plexus choroïde médian* ou *plexus choroïde du troisième ventricule (plexus chorioideus ventriculi tertii)*. A ce niveau l'épithélium épendymaire, devenant *lame choroïdienne épithéliale*, quitte le bord supéro-interne de la couche optique pour tapisser les plexus choroïdes médians et former ainsi la voûte du troisième ventricule.

La partie interne de la face supérieure de la couche optique située en dedans du sillon choroïdien répond donc directement à la face inférieure de la toile choroïdienne ; elle se trouve séparée du ventricule latéral par la *lamina affixa* se continuant avec l'épithélium des plexus choroïdes latéraux, elle est séparée de la cavité du ventricule médian par l'épithélium épendymaire se jetant de la couche optique sur les plexus choroïdes médians fig. 122.

La base de la toile choroïdienne répond à la partie moyenne de la fente de Bichat, où elle se continue avec la pie-mère.

Le sommet correspond aux piliers antérieurs de la voûte. Là, les deux plexus choroïdes latéraux, passant par les trous de MONRO, se con-

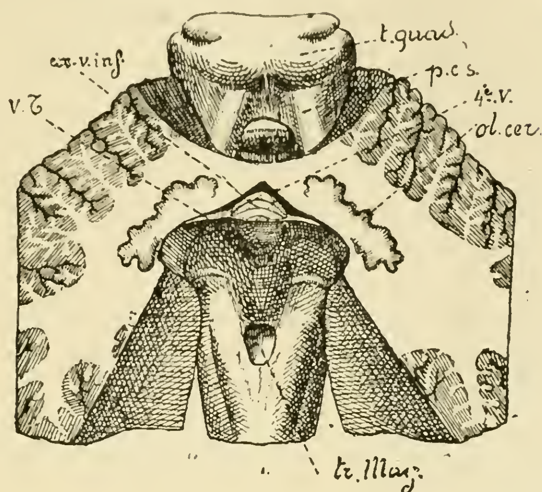


FIG. 123.
Vue de la face postérieure de la moelle allongée recouverte par la toile choroïdienne. Gr. nat.

t. quad. : Tubercules quadrijumeaux.
p.c.s. : Pédoncules cérébelleux supérieurs.
ol. cér. : Olive cérébelleuse.
4e v. : Quatrième ventricule.
ex. v. inf. : Extrémité antérieure du ver inférieur.
v. T. : Valvule de TARIN.
tr. M. : Trou de MAGENDIE.

tinuent avec les plexus choroïdes médians qui existent, de chaque côté de la ligne médiane, sur la face inférieure de la voûte choroïdienne.

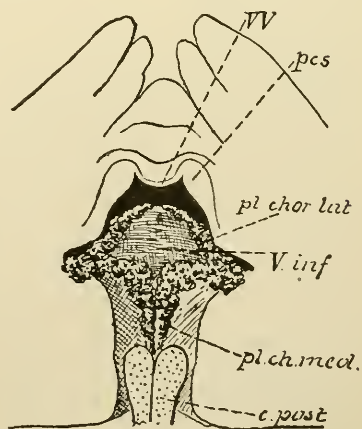


FIG. 124.
Toile choroïdienne du quatrième ventricule vue par sa face inférieure. Gr. nat.

La toile choroïdienne du quatrième ventricule est un prolongement de la pie-mère ; celui-ci est recouvert par l'épithélium épendymaire et s'enfonce dans ce ventricule entre le cervelet et la moelle allongée. Il a une forme triangulaire à base antérieure, FIG. 123, et présente, sur sa face inférieure, les plexus choroïdes médians et les plexus choroïdes latéraux, FIG. 124. Nous avons vu que cette toile choroïdienne est percée par le trou de MAGENDIE, qui fait communiquer les cavités ventriculaires avec les cavités sous-arachnoïdiennes.

Arachnoïde.

L'arachnoïde est une mince membrane conjonctive située entre la dure-mère et la pie-mère.

Arachnoïde spinale (arachnoidea spinalis). Le long de la moelle épinière, l'arachnoïde est reliée par quelques brides conjonctives à la face profonde de la dure-mère, tandis que sur presque toute son étendue elle est largement distante de la pie-mère. La cavité qui sépare l'arachnoïde de la pie-mère constitue le *confluent spinal* ou partie inférieure du *confluent cerebello-médullaire (cisterna cerebellomedullaris).*

Arachnoïde cranienne (arachnoidea encephali). Autour de l'encéphale, l'arachnoïde n'est reliée à la face profonde de la dure-mère que par les veines cérébrales qui vont se jeter dans les sinus veineux. Elle adhère plus intimement à la pie-mère par un tissu conjonctif lâche, appelé tissu sous-arachnoïdien. Dans ce tissu existent des espaces linéaires occupés par le liquide encéphalo-rachidien. A certains endroits cependant l'arachnoïde quitte la pie-mère sur une étendue plus considérable ; il se forme ainsi, entre ces deux méninges, des cavités plus volumineuses appelées *confluents sous-arachnoïdiens (cisternae sub-arachnoidales).* Un de ces confluents existe, de chaque côté de la ligne médiane, sur la face inférieure de l'encéphale, au niveau de la fissure de Sylvius ; tandis que la pie-mère pénètre jusqu'au fond de cette scissure, l'arachnoïde passe directement du lobe frontal sur le lobe temporal limitant ainsi le confluent *sous-arachnoïdien antérieur et latéral* ou *confluent de la fosse laterale du cerveau* ou *fosse sylvienne (cisterna fossae lateralis cerebri* seu *Sylvii).* Un autre confluent existe sur ligne médiane au-devant de la protubérance annulaire : du chiasma des nerfs optiques l'arachnoïde passe directement sur la protubérance annulaire, laissant entre elle et la pie-mère un espace libre qui constitue le *confluent sous-arachnoïdien antérieur et médian* quelquefois subdivisé en un *confluent du chiasma (cisterna chiasmatis)* et un *confluent interpédonculaire (cisterna interpeduncularis).*

Le plus important de ces confluents existe entre le cervelet et la moelle allongée : c'est le *confluent sous-arachnoïdien postérieur.* Au lieu de couvrir toute la face inférieure du cervelet, l'arachnoïde se détache de la pie-mère et se jette du bord postérieur du cervelet directement sur la face postérieure de la moelle allongée, pour se continuer avec l'arachnoïde spinale formant ainsi, avec le confluent spinal, le *confluent cérébello-médullaire.* Ce confluent sous-arachnoïdien postérieur est important : d'une part, il se continue avec le confluent spinal et avec toutes les cavités

sous-arachnoïdiennes de l'encéphale ; d'autre part, par le trou de Magendie, il communique avec les cavités ventriculaires.

La face externe de l'arachnoïde est lisse, elle est tapissée par un revêtement endothélial comme la face profonde de la dure-mère.

Les auteurs français considèrent l'arachnoïde comme une véritable séreuse. Ils décrivent un feuillet *viscéral* recouvrant la pie-mère et un feuillet *pariétal* tapissant la face profonde de la dure-mère. Les deux feuillets se continueraient l'un dans l'autre pour circonscrire une cavité close de toutes parts, analogue à la cavité pleurale et à la cavité péritonéale. Pour les auteurs allemands, au contraire, l'arachnoïde est une membrane distincte de la pie-mère et de la dure-mère. Sa face interne est reliée à la pie-mère par le tissu sous-arachnoïdien ; sa face externe est recouverte par un endothélium, comme la face profonde de la dure-mère. Les cavités sus-arachnoïdiennes ne constituent pas des cavités séreuses closes, mais des cavités lymphatiques communiquant avec la circulation lymphatique générale. En injectant ces cavités sus-arachnoïdiennes, Retzius aurait pu poursuivre le liquide injecté jusque dans les vaisseaux lymphatiques du cou.

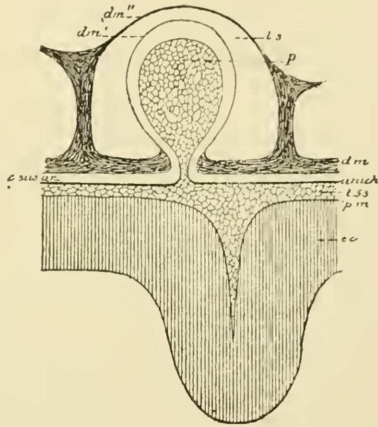


Fig. 125.
Figure schématique montrant les rapports d'une granulation de Pacchioni avec un lac sanguin de la dure-mère (d'après Schwalbe).

p : Villosité de l'arachnoïde.
dm' : Feuillet profond de la dure-mère.
dm'' : Feuillet supérieur de la dure-mère.
ls : Lac sanguin.
dm : Dure-mère.
arach. : Arachnoïde.
t. ss : Tissu sous-arachnoïdien.
pm : Pie-mère.
ec. : Ecorce grise du cerveau.

Les granulations de Pacchioni sont considérées, depuis Trolard, comme des productions de la membrane arachnoïdienne. Elles se présentent sous la forme de petites vésicules pédiculées qui viennent de l'arachnoïde, traversent les cavités sus-arachnoïdiennes pour adhérer à la face profonde de la dure-mère au niveau d'un lac sanguin. Continuant à se développer, ces vésicules, recouvertes par un feuillet aminci de la dure-mère, font hernie dans le lac sanguin, fig. 125. Chez les vieillards, elles peuvent même traverser toute la cavité de ce lac, refouler le second feuillet de la dure-mère en l'amincissant, s'appliquer intimement contre la face

interne des os du crâne et y produire des dépressions plus ou moins profondes qui peuvent s'étendre soit jusqu'au centre du diploë, soit jusque dans la table externe. Elles peuvent même traverser cette table externe et faire hernie à l'extérieur.

On a beaucoup discuté pour savoir qu'elle pourrait être la valeur physiologique de ces granulations arachnoïdiennes. D'après Faivre, qui les considère comme des concrétions de phosphate et de carbonate de chaux enkystées dans les mailles du tissu cellulaire, elles ne sont que des produits d'excrétion, de dépôt, d'élimination, dont l'âge determine normalement la production. Le sang et le liquide encéphalo-rachidien se débarrasseraient ainsi d'une partie des substances inorganiques qu'ils renferment et qui tendent incessamment à voyager de l'intérieur à l'extérieur des méninges.

D'après Key et Retzius les villosités arachnoïdales établiraient une communication entre les cavités sous-arachnoïdiennes et les sinus veineux de la dure-mère ; par ces villosités le liquide encéphalo-rachidien — qui se trouve, dans les cavités sous-arachnoïdiennes, sous une pression légèrement supérieure à celle du sang dans les sinus — s'écoulerait dans le sinus longitudinal. Kollmann partage cette manière de voir.

D'après Trolard, qui a publié plusieurs travaux sur les granulations de Pacchioni, les corpuscules arachnoïdaux seraient des ligaments ou mieux de véritables *rivets* fixant la pie-mère à la dure-mère. Ces granulations, de même que les veines cérébrales qui se jettent dans les sinus, suspendraient en quelque sorte le cerveau dans la boîte cranienne, protégeant ainsi les régions de la base contre le poids que pourraient exercer sur elles les régions situées au-dessus.

Littérature.

FAIVRE : *Des granulations méningiennes*. Thèse de PARIS, 1853. — TROLARD : Thèse de Paris, 1868. — KEY et RETZIUS : *Studien in der Anatomie des Nervensytems*, Stockholm, 1875 et 1876. — KOLLMANN : *Ueber die Unterbrechung des Kreislaufes in der Spongiosa der Knochen und ueber die Bedeutung der Arachnoidealzotten*. Correspond. Bla't f. schweiz. Aerzte. 1880, p. 581. — TROLARD : *De quelques particularités de la dure-mère*. Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1890, pp. 407-418. — TROLARD : *Les granulations de Pacchioni. Les lacunes veineuses de la dure-mère*. Ibid., 1892, pp. 28-57 et pp. 172-210.

OUVRAGES A CONSULTER

concernant la macroscopie du système nerveux central.

M. et Mme DEJERINE : *Anatomie des centres nerveux*. Tome I. Paris, 1895.

EDINGER : *Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane des Menschen und der Thiere*. Vierte Auflage, Leipzig, 1893.

OBERSTEINER : *Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane im gesunden und kranken Zustande*. Dritte Auflage, Wien, 1896.

CHARPY : *Système nerveux* dans : Traité d'anatomie humaine de POIRIER. Tome III. 1895.

SCHWALBE : *Lehrbuch der Neurologie*. 1881.

TESTUT : *Traité d'anatomie humaine*. Tome II. Paris, 1891.

PRENANT : *Eléments d'embryologie de l'homme et des vertébrés*. Livre II. *Organogénie*. Paris, 1896.

RAUBER : *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. Bd. II. *Nervenlehre und Sinnesorgane*. Leipzig, 1894.

NEUVIÈME LEÇON

Éléments histologiques qui entrent dans la constitution du système nerveux.

La substance blanche et la substance grise.
Le tissu nerveux : fibres nerveuses et cellules nerveuses.
Le réseau nerveux de Gerlach. Le réseau nerveux diffus de Golgi.
Les neurones. Les prolongements cellulipètes
et les prolongements cellulifuges.

Nous avons terminé l'étude de la *grosse anatomie* de l'axe cérébro-spinal. Nous avons, en effet, étudié, dans les quelques leçons qui précèdent, les détails les plus importants visibles sur la face externe et sur des coupes macroscopiques des différentes parties du système nerveux central. Nous allons aborder maintenant l'étude de la structure interne du névraxe. Pour cela, nous devrons reprendre, l'une après l'autre, les diverses parties de l'axe cérébro-spinal et y pratiquer des coupes suffisamment fines pour pouvoir les étudier au microscope. Pour nous orienter dans cette étude, il est bon de rappeler, en quelques mots, quels sont les éléments histologiques que nous allons y rencontrer. L'étude de l'organisation interne de l'axe cérébro-spinal doit donc être précédée naturellement de quelques courtes notions histologiques.

Tout le système nerveux est formé de deux substances macroscopiquement et microscopiquement différentes. L'une forme la plupart des nerfs périphériques cérébro-spinaux et entre pour une bonne part aussi dans la constitution de l'axe cérébro-spinal ; elle se caractérise par une belle coloration blanche et, pour ce motif, est appelée la *substance blanche*. L'autre, de loin beaucoup plus importante, forme tout le système nerveux sympathique, ainsi qu'une grande partie du système nerveux cérébro-spinal. Elle a une teinte grise : aussi l'appelle-t-on la *substance grise*.

La *coloration* de la substance blanche est variable : elle dépend de sa richesse plus ou moins grande en vaisseaux sanguins. Sa *consistance* est variable aussi et dépend principalement de la quantité de tissu con-

jonctif qui entre dans sa constitution. Les nerfs périphériques cérébro-spinaux, formés entièrement de substance blanche, ont une consistance très ferme, parce que le tissu conjonctif y est très abondant; au contraire, la substance blanche qui forme la masse centrale des hémisphères cérébraux, étant pauvre en tissu conjonctif, est molle et presque sans consistance.

La *coloration* de la substance grise varie aussi d'après l'endroit où on l'examine; elle dépend de sa richesse plus ou moins grande en vaisseaux sanguins et de certaines pigmentations qui, à des endroits déterminés, donnent à la substance grise une teinte noirâtre ou rouillée.

Les variations dans la *consistance* dépendent de l'abondance relative du tissu conjonctif : molle et délicate dans les différentes parties de l'axe cérébro-spinal, la substance grise est ferme et résistante dans les ganglions périphériques (ganglions cérébro-spinaux et ganglions sympathiques).

Une espèce particulière de substance grise, caractérisée par une transparence spéciale, porte le nom de *substance gélatineuse*.

Deux espèces de tissus prennent part à la constitution du système nerveux central : le *tissu nerveux*, qui forme l'élément principal, l'élément essentiel et le *tissu neuroglique* ou tout simplement la *neuroglie*, qui constitue l'élément secondaire, l'élément de soutien.

Le tissu nerveux.

Le tissu nerveux est formé de *fibres nerveuses* et de *cellules nerveuses*.

Les *fibres nerveuses* représentent l'élément conducteur destiné à mettre les cellules nerveuses en rapport soit entre elles, soit avec les différents tissus de l'organisme. Les *cellules nerveuses* représentent l'élément principal, l'élément actif de tout le système.

Fibres nerveuses. La partie essentielle de toute fibre nerveuse est le cylindre-axe. Il y a des fibres qui sont uniquement réduites au cylindre-axe; d'autres possèdent en dehors du cylindre-axe une membrane enveloppante, qu'on appelle la membrane de Schwann. On désigne communément ces fibres sous le nom de *fibres de Remak*.

Ces deux espèces de fibres nerveuses forment le groupe des fibres *amyéliniques*, c'est-à-dire dépourvues de myéline, par opposition aux fibres *myéliniques*, dont le cylindre-axe est entouré par une gaine protectrice de myéline.

Les fibres myéliniques sont encore de deux sortes suivant qu'elles possèdent ou ne possèdent pas une membrane enveloppante ou membrane de SCHWANN.

Les fibres myéliniques avec membrane de SCHWANN existent, chez l'homme adulte, dans tous les nerfs périphériques cérébro-spinaux, à l'exception du nerf olfactif et du nerf optique.

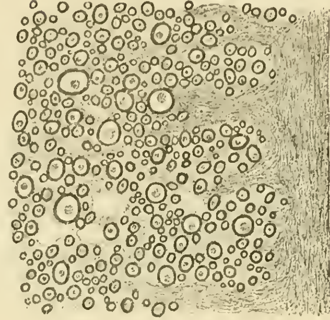


FIG. 126.
Coupe transversale d'une partie de la substance blanche du cordon antérieur de la moelle de l'homme.

Les fibres myéliniques sans membrane de SCHWANN constituent la substance blanche de tout l'axe cérébro-spinal, FIG. 126. Elles existent aussi dans le nerf optique. C'est à la myéline qui enveloppe le cylindre-axe de ces fibres nerveuses que les nerfs périphériques et la partie de l'axe cérébro-spinal qui est formée des fibres myéliniques doivent leur belle coloration blanche.

Les fibres de REMAK, ou fibres sans myéline pourvues d'une membrane de SCHWANN, forment tous les nerfs qui dépendent du système nerveux sympathique et les filets olfactifs qui dépendent du système nerveux cérébro-spinal. C'est à l'absence de myéline que ces fibres doivent leur coloration grise.

Enfin, les fibres nerveuses réduites exclusivement au cylindre-axe se retrouvent, chez l'adulte, dans certaines régions du névraxe, telles les fibres constitutives de la couche moléculaire du cervelet, ensuite on les trouve encore près de l'origine et près de la terminaison de tous les autres nerfs. Les fibres des nerfs cérébro-spinaux pourvues de myéline et d'une membrane de SCHWANN, arrivées près de leur terminaison, commencent par perdre leur gaine de myéline et se transforment ainsi en fibres de REMAK; puis, elles se dépouillent de leur membrane de SCHWANN et sont exclusivement réduites au cylindre-axe au niveau de leur terminaison. Les fibres de la substance blanche de l'axe cérébro-spinal, avant de se terminer dans la substance grise, perdent leur gaine de myéline et se réduisent aussi au cylindre-axe.

Les fibres nerveuses amyéliniques sans membrane de SCHWANN sont beaucoup plus répandues encore chez l'embryon. D'après les recherches de FLECHSIG, tout le système nerveux central est formé exclusivement de substance grise jusque vers le milieu du cinquième mois de la vie intra-utérine, de sorte que, sur des fœtus de 25 ctm. de longueur, tout l'axe

cérébro-spinal est formé uniquement de cellules nerveuses et de fibres nerveuses amyéliniques. La substance blanche, c'est-à-dire la myéline, n'apparaît que vers la seconde moitié du cinquième mois de la vie embryonnaire et envahit insensiblement toutes les fibres qui forment

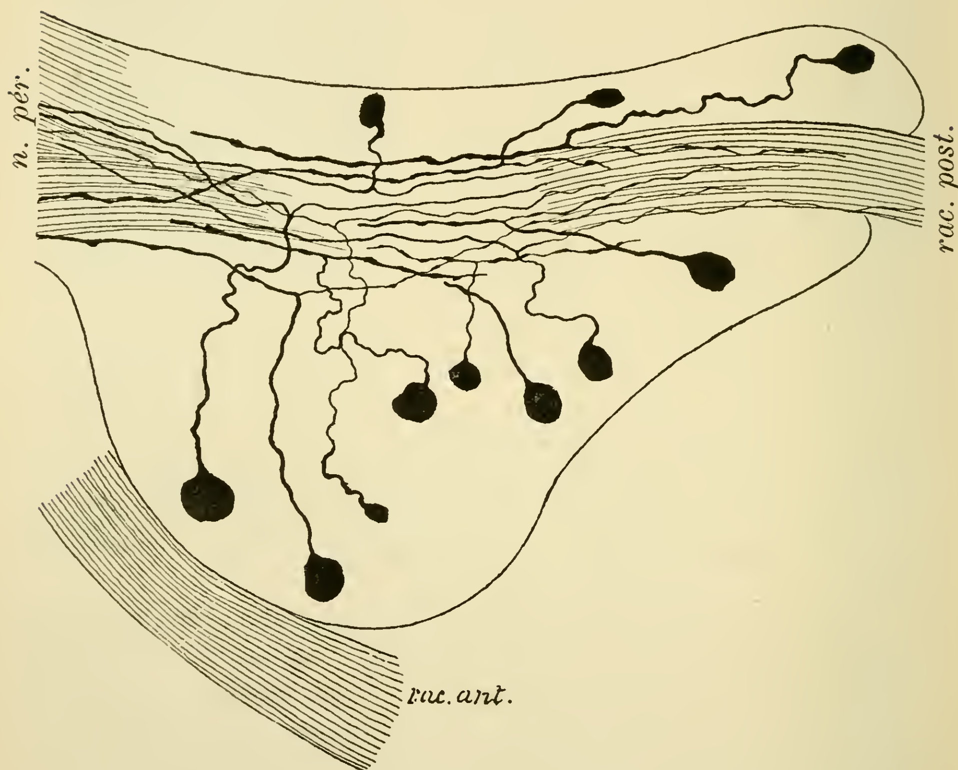


Fig. 127.

Ganglion spinal d'une souris blanche nouveau-née.

rac. post. : Racine postérieure.
rac. ant. : Racine antérieure.
n. pér. : Nerf périphérique.

la substance blanche de l'adulte. Au cinquième mois après la naissance, toutes les fibres myéliniques sout définitivement constituées.

Les *cellules nerveuses* constituent l'élément le plus important de tout le système. Elles sont éminemment variables de forme et de volume, mais elles ont toutes, comme caractère constant, d'être toujours pourvues de prolongements. Il n'existe pas, au moins chez l'adulte, de cellules

nerveuses apolaires. Il n'existe pas non plus, au moins chez les mammifères, de véritables cellules nerveuses unipolaires. Les cellules unipolaires, que l'on trouve dans les ganglions cérébro-spinaux de presque tous les vertébrés, ne sont unipolaires qu'en apparence. A quelque distance de la cellule d'origine leur prolongement unique se bifurque, en effet, en un prolongement central et un prolongement périphérique, FIG. 127.

L'histoire du développement des cellules unipolaires des ganglions cérébro-spinaux montre d'ailleurs que, chez tous les vertébrés, elles ont commencé par être des cellules bipolaires, FIG. 128. Ce caractère embryonnaire se conserve d'une façon definitive chez quelques poissons, de même qu'on le retrouve, d'une façon permanente,

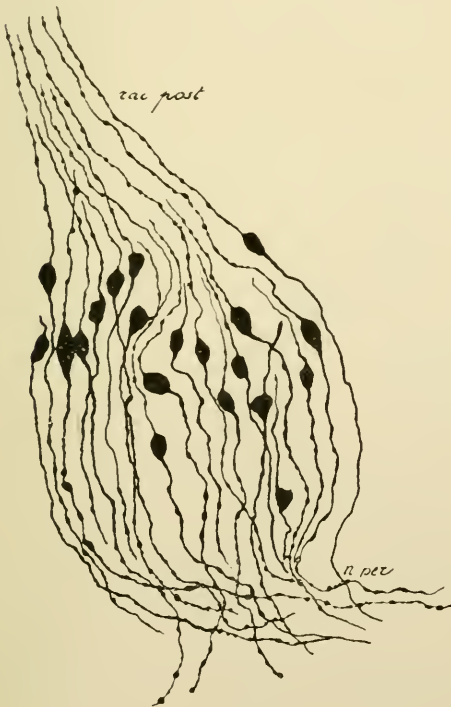


FIG. 128.
Ganglion spinal d'un embryon de poulet âgé de 11 jours.

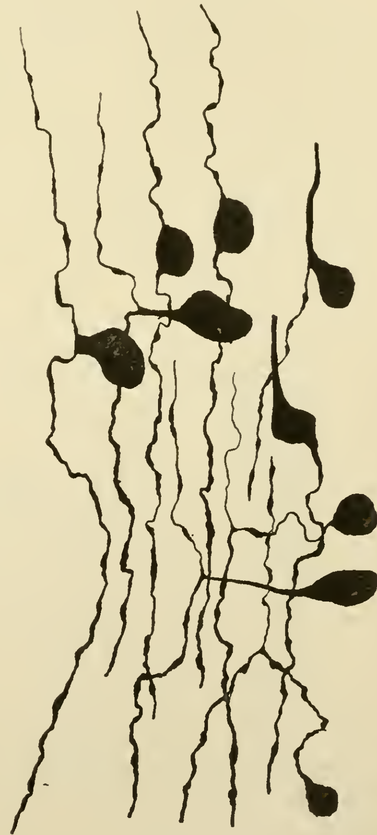


FIG. 129.
Transformation des cellules bipolaires en cellules unipolaires dans le ganglion de GASSER d'un embryon de cobaye.

même chez les vertébrés supérieurs et chez l'homme, dans les ganglions placés sur le trajet du nerf acoustique et pour les cellules d'origine des fibres olfactives.

Chez tous les vertébrés, quelques poissons exceptés, et dans tous les ganglions cérébro-spinaux, à l'exclusion du ganglion de Scarpa et du ganglion de Corti dépendant du nerf acoustique, les cellules bipolaires de l'embryon se transforment, pendant le cours du développement, en cellules unipolaires, fig. 129.

Les cellules des ganglions cérébro-spinaux ne sont donc *unipolaires* qu'au point de vue morphologique; physiologiquement nous devons les considérer comme de véritables cellules bipolaires.

Des cellules morphologiquement unipolaires existent cependant dans le système nerveux central des vertébrés inférieurs; c'est ainsi, par exemple, que le plus grand nombre des cellules du système nerveux central de la salamandre ne sont pourvues que d'un seul gros prolongement protoplasmatique donnant naissance, à quelque distance du corps cellulaire, à des prolongements nombreux se ramifiant dans la substance blanche voisine, fig. 130. C'est ainsi encore que les cellules motrices du système



Fig. 130.
Cellules unipolaires de la moelle épinière
d'une jeune salamandre.

nerveux du lombric paraissent n'être pourvues que d'un seul prolongement fig. 131. Mais ces cellules unipolaires sont en réalité des cellules multipolaires. Rien ne nous autorise, en effet, à délimiter le corps cellulaire uniquement à la masse plus ou moins volumineuse de protoplasme qui héberge le noyau. Le corps cellulaire doit comprendre encore, à notre

avis, toute la partie voisine du tronc d'où naissent les autres prolongements. D'ailleurs par *cellule unipolaire* on ne peut entendre qu'une cellule nerveuse

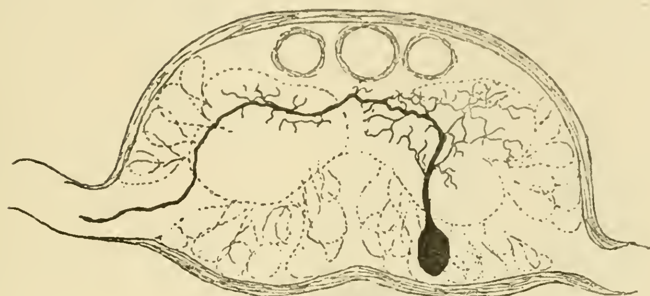


Fig. 131.
Coupe transversale d'un ganglion de lombric (d'après V. Lenhossek).

pourvue d'un seul prolongement soit protoplasmatique, soit cylindraxile. Or les cellules en apparence unipolaires du système nerveux de la salamandre et les cellules motrices du ver de terre possèdent à la fois et un prolongement cylindraxile et de nombreux prolongements protoplasmatiques.

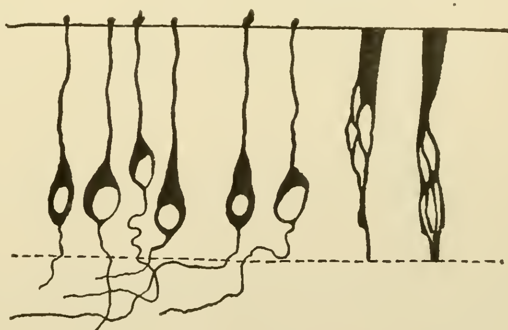


Fig. 132.
Quelques cellules nerveuses bipolaires de la muqueuse olfactive de la souris blacche.

La plus simple de toutes les cellules nerveuses est la cellule bipolaire, fig. 132. On ne la rencontre que dans les éléments nerveux sensitifs périphériques : cellules bipolaires de la muqueuse olfactive, cellules bipolaires de la rétine, cellules bipolaires du ganglion spiral et du ganglion de Scarpa du nerf acoustique, cellules en apparence unipolaires des ganglions cérébro-spinaux.

Les cellules nerveuses qui entrent dans la constitution de l'axe cérébro-spinal sont toutes *multipolaires*, fig. 133, 134 et 135.

Depuis longtemps déjà (1851), Rud. Wagner a établi que, parmi les prolongements des cellules nerveuses de l'organe électrique de la torpille, un seul était en relation directe avec une fibre nerveuse.

En 1865, Deiters a non seulement confirmé cette observation de

Wagner déjà admise par Remak pour toutes les cellules motrices, mais, en se basant sur des recherches très étendues, il est arrivé à cette conclusion importante qu'il ne s'agissait pas là d'un cas particulier,



Fig. 133.
Cellule nerveuse multipolaire de la moelle d'un embryon de veau.

mais d'une disposition générale, commune à toutes les cellules nerveuses. Ce prolongement unique se continuant avec le cylindre-axe d'une fibre nerveuse a reçu de Deiters le nom de *prolongement cylindraxile*. On l'a appelé pendant longtemps *prolongement de Deiters*. Tous les autres prolongements, en s'éloignant de la cellule d'origine, se divisent et se subdivisent en diminuant rapidement d'épaisseur, pour se perdre finalement dans la substance fondamentale. Deiters leur a donné le nom de *prolongements protoplasmatiques*, parce qu'ils ont l'aspect granuleux du protoplasme cellulaire. Toute cellule nerveuse se trouve ainsi pourvue, d'après Deiters, de deux espèces de prolongements dont les caractères distinctifs sont nettement tranchés : un prolongement cylindraxile à contours lisses et réguliers, dépourvu de branches collatérales et se continuant avec le cylindre-axe d'une fibre nerveuse, et des prolongements protoplasmatiques à contours irréguliers, d'aspect granuleux, diminuant

rapidement de volume, émettant de nombreuses ramilles collatérales et se perdant dans la substance fondamentale, sans que Deiters ait pu établir leur véritable terminaison.

La division des prolongements d'une cellule nerveuse en prolongements cylindraxiles et prolongements protoplasmatiques, établie par Deiters, fut généralement acceptée par les auteurs.

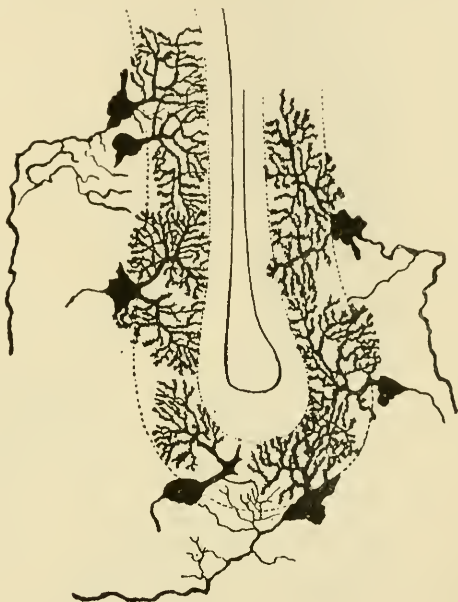


Fig. 134.
Cellules de Purkinje
du cervelet d'un enfant nouveau-né.

En employant la coloration par le chlorure d'or, Gerlach put mettre en évidence (1871), dans toute l'étendue de la substance grise de l'axe cérébro-spinal, un treillis inextricable de fines fibrilles nerveuses. Il considéra ce treillis comme un véritable *réseau* formé par des anastomoses entre les dernières ramifications des prolongements protoplasmatiques de toutes les cellules nerveuses, de telle sorte que, grâce à ce réseau, les cellules nerveuses de tout l'axe cérébro-spinal étaient en continuité directe les unes avec les autres. C'est là le *réseau nerveux de Gerlach*, dont l'existence fut acceptée sans conteste par presque tous les physiologistes.

Gerlach admettait en outre que plusieurs petites branches de son réseau pouvaient se réunir en un petit faisceau et devenir ainsi le cylindre-axe d'une fibre nerveuse, soit d'une fibre des cordons blancs de la moelle elle-même, soit d'une fibre des racines postérieures des nerfs spinaux.

Le cylindre-axe d'une fibre nerveuse pouvait donc avoir une double origine : ou bien provenir d'une cellule nerveuse comme prolongement cylindraxile ainsi qu'il l'admettait pour les fibres des racines antérieures des nerfs spinaux, ou bien provenir des prolongements protoplasmatiques des cellules nerveuses par l'intermédiaire du réseau nerveux comme il croyait pouvoir l'affirmer pour les fibres des racines postérieures.

Contrairement à la conclusion de Deiters, Gerlach n'admet pas l'existence d'un prolongement cylindraxile à toute cellule nerveuse : les cellules motrices seules seraient pourvues de ce prolongement auquel

Gerlach donne le nom de *prolongement nerveux*. Il existerait donc dans l'axe cérébro-spinal deux espèces de cellules nerveuses morphologiquement différentes : les unes seraient en continuité directe avec les fibres des

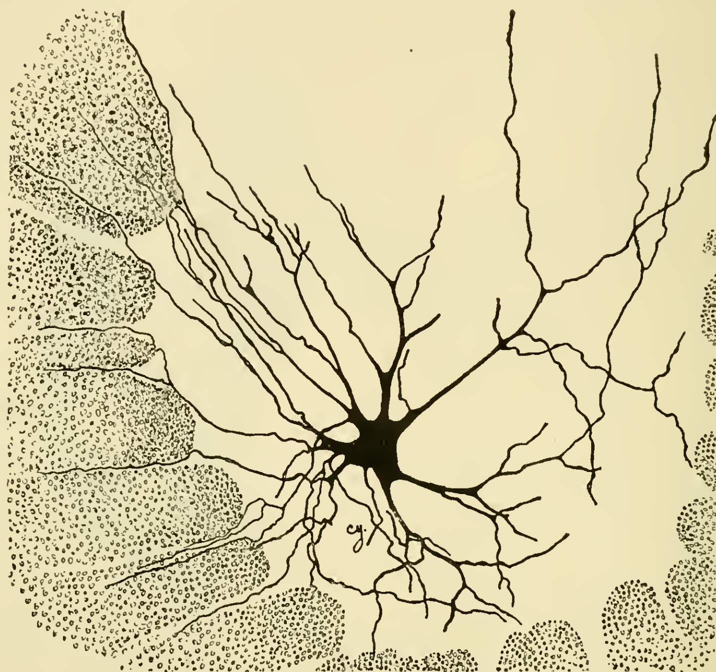


Fig. 135.
Cellule de la corne antérieure de la moelle dorsale d'un enfant né à 7 mois.

racines antérieures et avec le réseau nerveux, les autres ne seraient en relation qu'avec le réseau nerveux.

De 1871 à 1885, Golgi, professeur à Pavie, publia une série de travaux importants sur la structure interne des centres nerveux. Il fit connaître en même temps une méthode nouvelle, connue sous le nom de *méthode de Golgi*, qui donne des résultats tellement nets, des images à ce point claires et complètes, qu'elle a ouvert une ère nouvelle pour nos connaissances de la fine structure de l'axe cérébro-spinal. Golgi a fait connaître plusieurs procédés; le plus simple, celui qui en même temps donne les résultats les plus rapides et les plus constants, consiste à durcir de petits morceaux de tissu nerveux pendant deux, trois, quatre ou cinq jours dans le mélange suivant :

Bichromate de potassium à 3 %	4 parties
Acide osmique à 1 %	1 partie

Après durcissement, on lave rapidement les morceaux dans l'eau distillée, puis on les porte pendant un ou deux jours ou plus dans une solution de nitrate d'argent à 0,75 %. Il se forme alors un précipité rouge de chromate d'argent qui se dépose dans les cellules nerveuses. Les morceaux sont ensuite enrobés à la celloïdine et coupés au microtome. Les coupes, déshydratées dans la créosote et éclaircies dans l'essence de térébenthine, sont montées dans la laque de Damar dissoute dans le xylol.

Par cette méthode, les cellules nerveuses sont colorées avec tous leurs prolongements : vues au microscope, elles présentent dans toute leur étendue une belle coloration noire. Les cylindre-axes des fibres nerveuses ne sont imprégnés par le chromate d'argent que pour autant qu'ils sont dépourvus de myéline. C'est pour ce motif que, chez l'adulte, la méthode de Golgi ne colore que les cellules nerveuses, les fibres du système nerveux sympathique, les fibres des filets olfactifs et encore certaines fibres nerveuses de l'axe cérébro-spinal, telles les fibres de la couche moléculaire du cervelet qui ne sont que les prolongements cylindraxiles des petites cellules nerveuses formant l'élément constitutif principal de la couche granuleuse. Pour colorer les fibres nerveuses de l'axe cérébro-spinal, il faut appliquer la méthode de Golgi au système nerveux d'embryons ou d'animaux nouveau-nés, à une époque où les fibres nerveuses ne possèdent pas encore leur gaine de myéline.

A l'aide de sa méthode, Golgi a prouvé les faits suivants :

Toute cellule nerveuse est pourvue de prolongements protoplasmatiques et d'un prolongement cylindraxile toujours unique.

Les prolongements protoplasmatiques des cellules nerveuses ne s'anastomosent pas entre eux. Ils se terminent toujours librement dans l'axe cérébro-spinal. Ce sont des prolongements épais, à contours irréguliers ; leur longueur est variable. Ils diminuent rapidement de volume, en émettant un grand nombre de branches collatérales qui se divisent et se subdivisent à leur tour.

Le prolongement cylindraxile a des caractères tout particuliers. Il naît, soit directement du corps cellulaire, soit de la base d'un des prolongements protoplasmatiques, au moyen d'un petit cône triangulaire. Ses contours sont nets, réguliers, comme taillés à l'emporte-pièce. Contrairement à l'opinion de Deiters, ce prolongement cylindraxile émet aussi sur son trajet de fines branches collatérales, fig. 136.

Le prolongement cylindraxile peut se comporter de deux façons différentes. Tantôt il est excessivement long et conserve sur toute sa longueur son diamètre primitif tout en émettant, au moins dans le plus

grand nombre des cas, des branches collatérales FIG. 136; tantôt il est beaucoup plus court et, arrivé à une petite distance du corps cellulaire, il se divise et se subdivise de façon à produire, par l'entrelacement de ses branches de division, un treillis inextricable, FIG. 137. Il avait semblé à GOLGI que les cellules de la première espèce étaient surtout abondantes dans les cornes antérieures de la moelle d'où sortent les racines motrices, tandis

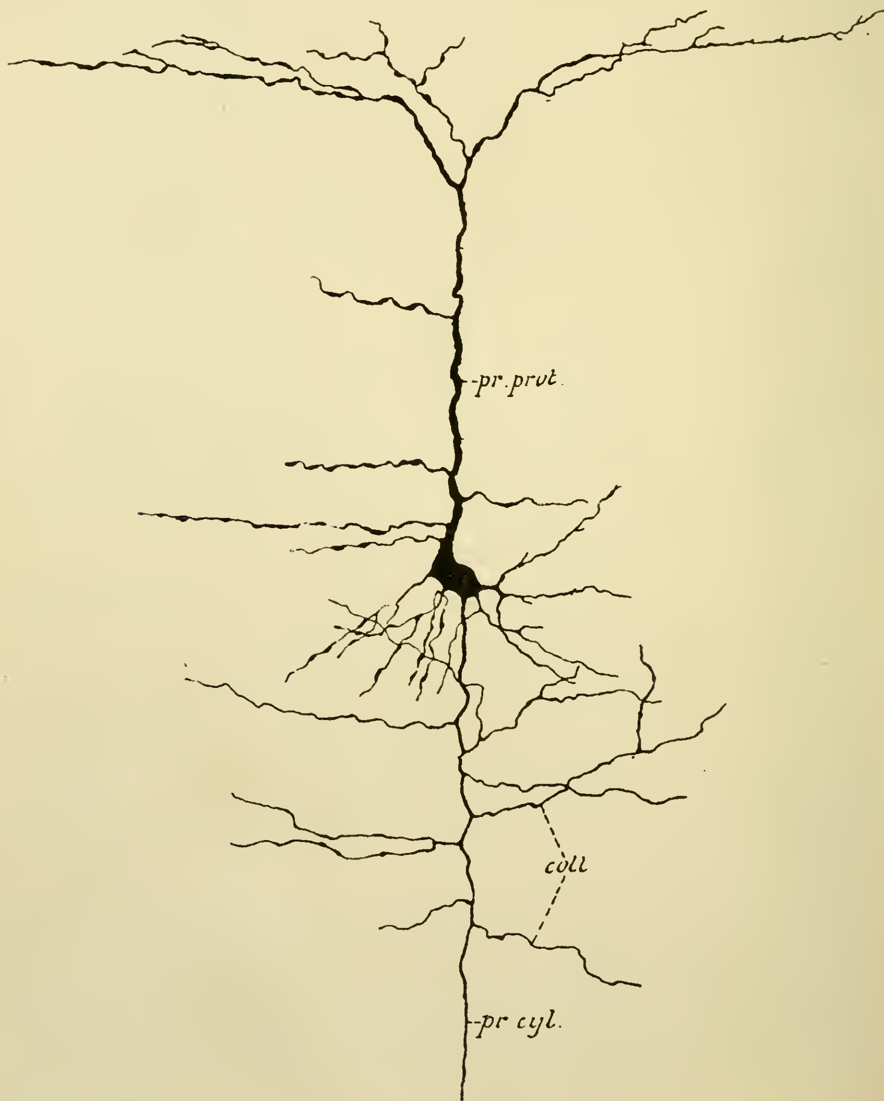


FIG. 136.

Cellule nerveuse de l'écorce cérébrale d'une souris blanche âgée de neuf jours.

pr. prot. : Prolongement protoplasmatique
pr. cyl. : Prolongement cylindraxile.

coll. : Branches collatérales du prolongement cylindraxile.

que les cellules de la seconde espèce prédominaient dans les cornes postérieures, au voisinage immédiat des racines sensitives. Se basant sur ce fait, il crut avoir trouvé un caractère morphologique permettant de distinguer une cellule motrice d'une cellule sensitive : toute cellule nerveuse pourvue d'un prolongement cylindraxile long serait une cellule motrice ; toute cellule nerveuse pourvue d'un prolongement cylindraxile court serait une cellule sensitive.

Dans les préparations où l'imprégnation par le chromate d'argent avait été quelque peu complète, Golgi put encore constater l'existence, dans toute l'étendue de la substance grise, d'un entrelacement de fines fibrilles nerveuses, déjà signalé par Gerlach à la suite de la coloration par le chlorure d'or. Golgi est tenté de croire qu'il s'agit là d'un *réseau nerveux diffus*. Il l'affirme même catégoriquement dans un travail spécial publié en 1891. Contrairement à l'opinion de Gerlach, ce réseau ne serait pas formé par les prolongements protoplasmatiques des cellules nerveuses, mais il aurait une origine plus complexe. Il résulterait des anastomoses de toutes les fibrilles

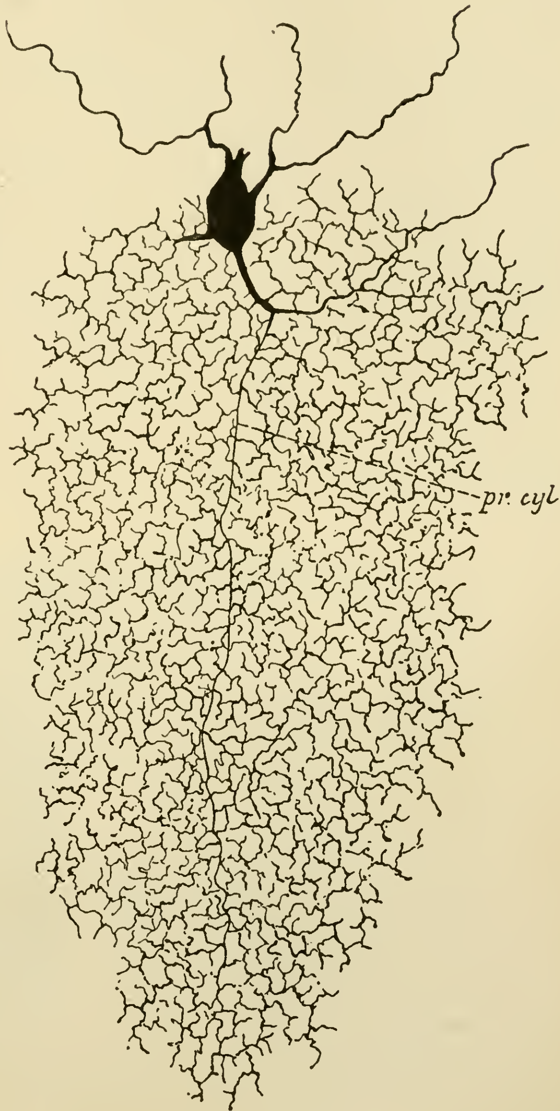


Fig. 137.
Cellule nerveuse à cylindre-axe court de la couche granuleuse du cervelet d'un chat âgé de huit jours.

de nature cylindraxile qui entrent dans la substance grise : ramifications cylindraxiles des cellules nerveuses sensitives de Golgi, collatérales du prolongement cylindraxile des cellules nerveuses motrices, collatérales que les fibres de la substance blanche envoient dans la substance grise sur toute la longueur de l'axe cérébro-spinal.

Les fibres sensitives des racines postérieures de la moelle prendraient leur origine dans ce réseau nerveux.

D'après Golgi, la différence entre les prolongements protoplasmatiques et le prolongement cylindraxile d'une cellule nerveuse n'est pas seulement morphologique, elle est encore fonctionnelle. Le prolongement cylindraxile seul serait de nature nerveuse, aussi l'appelle-t-il le *prolongement nerveux*; seul il jouirait de la propriété de transmettre l'ébranlement nerveux, de sorte que seul aussi il remplirait la véritable fonction nerveuse; pour ce motif, il l'appelle encore *prolongement fonctionnel*. Les prolongements protoplasmatiques, au contraire, ne seraient pas de nature nerveuse. « Ils tendraient toujours, dit Golgi, à se porter vers les points dépourvus de fibres nerveuses et se mettraient en connexion avec les cellules connectives

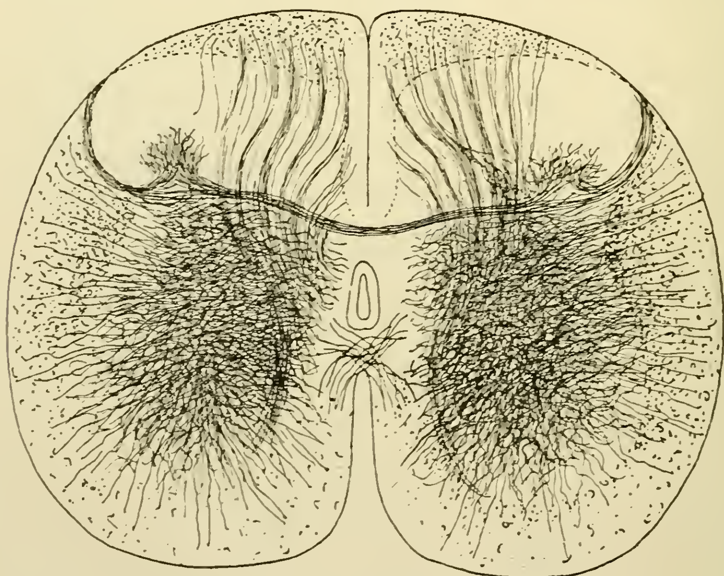


Fig. 138.
Coupe transversale de la moelle lombaire d'un chat de deux jours montrant l'entrelacement des fibrilles nerveuses dans la substance grise.

et avec les parois des vaisseaux. On peut admettre en conséquence, conclut-il, qu'ils doivent servir à la nutrition et que leur rôle essentiel

consiste à conduire le plasma nutritif des vaisseaux sanguins et des cellules connectives aux éléments nerveux. » Les prolongements protoplasmatiques constitueraient ainsi un simple appareil de nutrition pour les éléments nerveux.

Il y a huit ans, un savant espagnol, Ramon y Cajal, a repris l'étude de la structure des centres nerveux au moyen de la méthode au chromate d'argent. Il a retrouvé les deux espèces de cellules nerveuses décrites pour la première fois par Golgi. Mais d'après ses recherches, les cellules sensitives de Golgi se trouvent aussi dans des régions physiologiquement reconnues comme motrices, et les cellules considérées comme motrices par Golgi existent en nombre considérable dans des régions manifestement sensitives. Aussi abandonne-t-il toute distiction morphologique

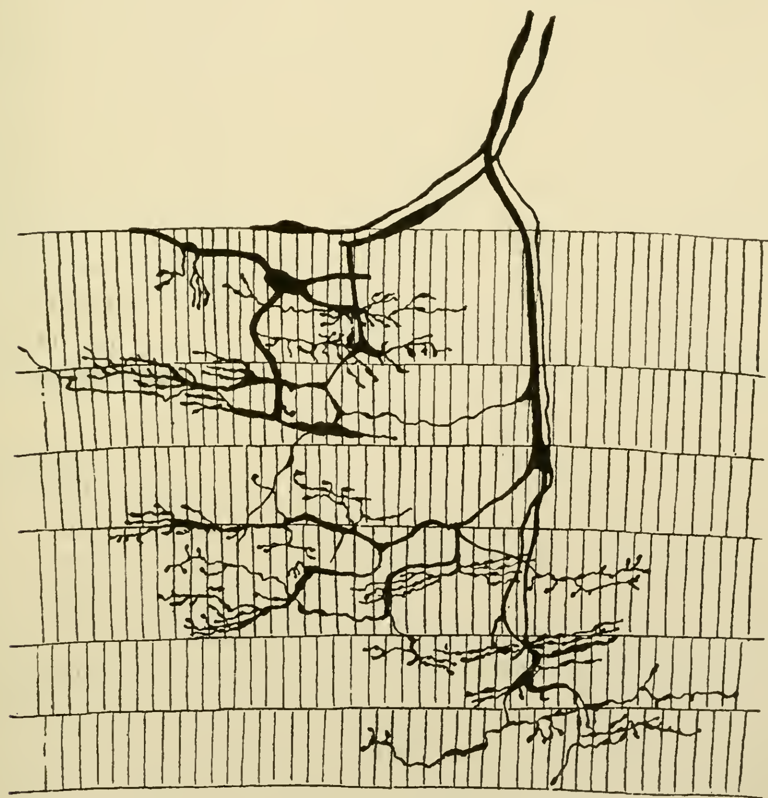


Fig 139.
Terminaisons nerveuses dans des muscles striés du museau du rat blanc.

entre cellules motrices et cellules sensitives et divise-t-il les cellules nerveuses en *cellules à cylindre-axe long* et *cellules à cylindre-axe court*, sans rien

préjuger quant à leur fonction spéciale ; tout au plus considère-t-il les cellules à cylindre-axe abondamment ramifié comme ayant probablement pour fonction de transmettre l'ébranlement nerveux en même temps à un grand nombre de cellules nerveuses, de là le nom de *cellules d'association* sous lequel il les désigne quelquefois. SCHAFER leur donne le nom de *cellules intermédiaires* et V. LENHOSSEK, celui de *dendraxones*.

L'entrelacement de fines fibrilles nerveuses, signalé par GERLACH et par GOLGI et considéré par ces deux auteurs comme constituant un véritable *réseau*, existe dans toute l'étendue de la substance grise, FIG. **138**. Mais ces fibrilles, tout en s'enchevêtrant les unes dans les autres, ne présentent nulle part de véritables anostomoses. C'est un des grands mérites de RAMON Y CAJAL d'avoir prouvé que la terminaison du prolongement cylindraxile ou de ses branches collatérales, se fait toujours par des ramifications libres et indépendantes quelque soit l'endroit où elle s'effectue, que ce soit dans un organe périphérique, FIG. **139**, ou dans une partie de l'axe cérébro-spinal, FIG. **140**.



FIG. **140**.
Ramification terminales d'une branche collatérale appartenant à une fibre des cordons postérieurs dans la moelle lombaire d'un embryon de veau.

Ces observations de RAMON Y CAJAL ont été confirmées par KÖLLIKER, par nous-même, VON LENHOSSEK, RETZIUS, PEDRO RAMON, CL. SALA et acceptées par HIS, EDINGER, WALDEYER, SCHAFER, KUPFFER et tous ceux qui, depuis huit ans, se sont occupés de la structure interne du système nerveux des vertébrés. La continuité entre toutes les cellules nerveuses au moyen d'un réseau nerveux, admise par GERLACH, par GOLGI et par ses élèves, avait d'ailleurs été mise en doute par FOREL en 1887. Des recherches embryologiques étendues avaient déjà, en 1883, conduit HIS à admettre l'indépendance des cellules nerveuses centrales et la terminaison libre des fibres sensitives dans la moelle.

Les fibres nerveuses et les cellules nerveuses forment donc les deux

parties constitutives du tissu nerveux. Mais ces fibres et ces cellules nerveuses ne constituent pas des éléments indépendants. Il n'existe pas, dans l'organisme tout entier, une seule fibre nerveuse qui ne provienne d'une cellule nerveuse : car toute fibre nerveuse possède un cylindre-axe, et tout cylindre-axe représente le prolongement d'une cellule nerveuse. Les fibres nerveuses ne sont donc pas à proprement parler des *éléments nerveux;* elles ne constituent, au moins dans leur partie essentielle, dans le cylindre-axe, que le prolongement d'une cellule. Les cellules nerveuses considérées indépendamment des fibres nerveuses ne sont pas non plus des *éléments nerveux*, parce qu'on ne peut pas les séparer de leur prolongement cylindraxile. Le seul et unique *élément nerveux*, c'est la cellule nerveuse avec tous ses prolongements. Et tout le tissu nerveux, celui du système cérébro-spinal aussi bien que celui du système sympathique, est uniquement constitué d'éléments nerveux ainsi compris ; ce sont des espèces d'*unités nerveuses*, auxquelles Waldeyer a donné le nom de *neurones.*

Un élément nerveux ou un neurone est donc une cellule nerveuse pourvue de deux espèces de prolongements : des prolongements protoplasmatiques appelés *dendrites* par His, et au moins un prolongement cylindraxile pour lequel Waldeyer propose de reprendre le nom de *prolongement du nerf* (Nervenfortsatz) employé pour la première fois par Gerlach en 1871.

Ces dénominations de *dendrites* et de *prolongement cylindraxile* ou *prolongement du nerf* ne sont pas tout-à-fait satisfaisantes. Cela est surtout vrai pour le prolongement de la cellule nerveuse que l'on a désigné jusqu'ici sous le nom de *prolongement cylindraxile.* Ce mot vient de Deiters et il l'a appliqué au seul prolongement de la cellule nerveuse qui va devenir le cylindre-axe d'une fibre nerveuse ; c'est même exclusivement, parce que ce prolongement devient le cylindre-axe d'une fibre nerveuse qu'il l'a appelé prolongement cylindraxile. Or, nous savons maintenant qu'il existe un grand nombre de cellules nerveuses qui possèdent un prolongement spécial, prolongement que l'on désigne aussi sous le nom de prolongement cylindraxile bien que ce prolongement ne devienne pas cylindre-axe d'une fibre nerveuse : tel le prolongement spécial des cellules de Golgi, tel encore le prolongement cylindraxile des petites cellules constitutives de la couche granuleuse du cervelet, etc. En présence de ces faits et, en nous basant sur ce fait, que nous démontrerons plus tard, que le sens de la conductibilité est différent dans les deux espèces de prolongements qui dépendent d'une cellule nerveuse, nous avons proposé de diviser ces prolongements en *prolongements cellulipètes* et *prolongements cellulifuges.* Schäfer propose de désigner le prolongement cylindraxile sous le nom de *neurone,* Rauber préfère le mot *neurite* et d'autres parlent de *prolongement principal.* La dénomination qui est, à notre avis, la meilleure c'est celle proposée par Kölliker : le prolongement cylindraxile s'appellerait *axone.* Pour éviter tout malentendu voici les dénominations dont nous nous servirons dans la suite :

Le prolongement de la cellule nerveuse, que Deiters a appelé prolongement cylindraxile, nous le désignerons d'une façon indifférente sous les noms de *prolongement cylindraxile*, *prolongement cellulifuge* ou *axone*, mais en faisant remarquer que le sens que nous attachons au mot *prolongement cylindraxile* est tout différent que celui que Deiters y attachait. Pour nous, le prolongement cylindraxile ou l'axone est ce prolongement spécial d'une cellule nerveuse qui, dans l'immense majorité des cas, se distingue de tous les autres par ses caractères morphologiques et qui jouit de la *conductibilité cellulifuge*, que ce prolongement devienne ou ne devienne pas le cylindre-axe d'une fibre nerveuse.

Pour tous les autres prolongements d'une cellule nerveuse nous gardons la dénomination de *prolongements protoplasmatiques* ou *prolongements cellulipètes*.

Dans l'état actuel de nos connaissances, nous devons admettre que les prolongements protoplasmatiques et le prolongement cylindraxile d'une cellule nerveuse se terminent librement, et que, par conséquent, les éléments nerveux, qui entrent dans la constitution de l'axe cérébro-spinal restent indépendants les uns des autres, n'agissent et ne peuvent agir les uns sur les autres que par *contiguité* ou par *contact*.

L'entrelacement compact de fines fibrilles nerveuses qui existe dans toute l'étendue de la substance grise et qui a été signalé tout d'abord par Gerlach, puis par Golgi, Ramon y Cajal, Kölliker, nous-même, v. Lenhossek, Retzius et beaucoup d'autres, ne doit pas être considéré comme un véritable réseau, mais comme un simple enchevêtrement sans anastomoses.

Les recherches de von Lenhossek sur le système nerveux du lombric, celles plus étendues encore de Retzius, le savant histologiste de Stockholm, sur le système nerveux d'un grand nombre de vers et de mollusques, — recherches qui ont été entreprises avec la méthode de Golgi — prouvent que la même indépendance des éléments nerveux existe chez les animaux inférieurs.

Ce qui apporte à cette manière de voir un appui considérable, ce sont les magnifiques résultats obtenus par Retzius dans ses belles recherches sur le système nerveux des crustacés, recherches exécutées par la méthode au bleu de méthylène ou méthode de Ehrlich.

En 1886, Ehrlich a découvert ce fait important, que l'injection intraveineuse d'une solution de bleu de méthylène, chez un animal vivant, détermine la coloration exclusive des éléments nerveux, dès que les tissus ainsi injectés arrivent au contact de l'air. Malheureusement cette coloration ne persiste qu'une quinzaine de minutes. La même coloration s'obtient, lorsqu'on laisse des tissus enlevés à un animal fraîchement tué s'imbiber quelque temps dans la même solution.

La méthode de Golgi au chromate d'argent et la méthode de Ehrlich

au bleu de méthylène constituent, pour l'anatomie du système nerveux, les deux découvertes techniques les plus importantes de ces dix dernières années.

Comparée à la méthode de Golgi, la méthode de Ehrlich a le désavantage de ne pouvoir fournir des préparations durables, mais, par contre, elle jouit d'un immense avantage : elle ne s'applique que sur des tissus vivants que l'on examine directement au microscope sans leur faire subir la moindre manipulation. Il s'en suit que les images qu'elle fournit ne peuvent être considérées comme des productions artificielles, objection trop souvent et trop facilement formulée pour les images obtenues par le chromate d'argent.

Avec la méthode de Ehrlich, Retzius a montré que le système nerveux des animaux inférieurs est constitué également d'éléments nerveux ou de neurones indépendants.

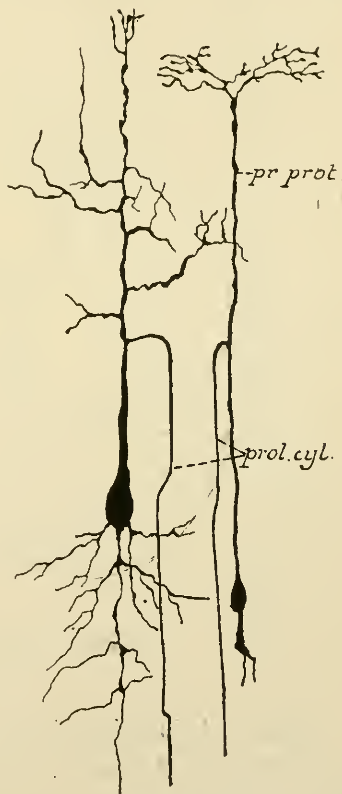


Fig. 141.

Cellules nerveuses du lobe optique d'un embryon de poulet.

Le prolongement cylindraxile naît d'un prolongement protoplasmatique à une distance considérable de la cellule d'origine.

Nous avons vu plus haut que, d'après Golgi, il existe une différence non seulement morphologique mais fonctionnelle entre les prolongements protoplasmatiques et le prolongement cylindraxile ; celui-ci seul serait de nature nerveuse, tous les autres ne constitueraient que des appareils de nutrition destinés à se mettre en contact avec les parois des vaisseaux pour y puiser les éléments nutritifs nécessaires à la vie de la cellule. Admise par Nansen et par les élèves de Golgi (L. Sala, Martinotti, etc.), cette relation entre les prolongements proplasmatiques et les parois des vaisseaux sanguins a été contestée par tous les auteurs qui, depuis huit ans, ont appliqué la méthode au chromate d'argent à l'étude de la structure des centres nerveux.

Pour prouver que les prolongements protoplasmatiques sont de nature

nerveuse, Ramon y Cajal, Kölliker et nous-même avons montré que, dans un grand nombre de cellules, le prolongement cylindraxile pouvait naître d'un prolongement protoplasmatique à une distance considérable du corps cellulaire, fig. 141, et que, dans ce cas du moins, la partie du prolongement protoplasmique comprise entre la cellule et le point d'origine du prolongement nerveux devait avoir des fonctions nerveuses. Ces cellules se rencontrent en nombre considérable dans les lobes optiques des oiseaux, de même que dans les système nerveux central des vertébrés inférieurs; elles sont particulièrement abondantes dans le névraxe de la salamandre, fig. 142.



Fig. 142.
Cellules unipolaires de la moelle épinière
d'une jeune salamandre.

Dans le bulbe olfactif des mammifères, on a démontré (Ramon y Cajal, Van Gehuchten et Martin, Retzius, Kölliker) que les grandes cellules mitrales, qui forment la première rangée cellulaire de la couche grise du bulbe, ne viennent en contact avec les filets olfactifs que par leurs prolongements protoplasmatiques, fig. 143. Dans ce cas, l'ébranlement nerveux amené par le filet olfactif ne peut être transmis à la cellule mitrale qu'en passant par les prolongements protoplasmatiques. La même disposition se retrouve dans les couches les plus superficielles des lobes optiques des oiseaux (Ramon y Cajal et Van Gehuchten), où les fibres du nerf optique ne viennent en contact qu'avec les prolongements protoplasmatiques des cellules optiques, fig. 144. Dans tous ces cas, il est évident que les

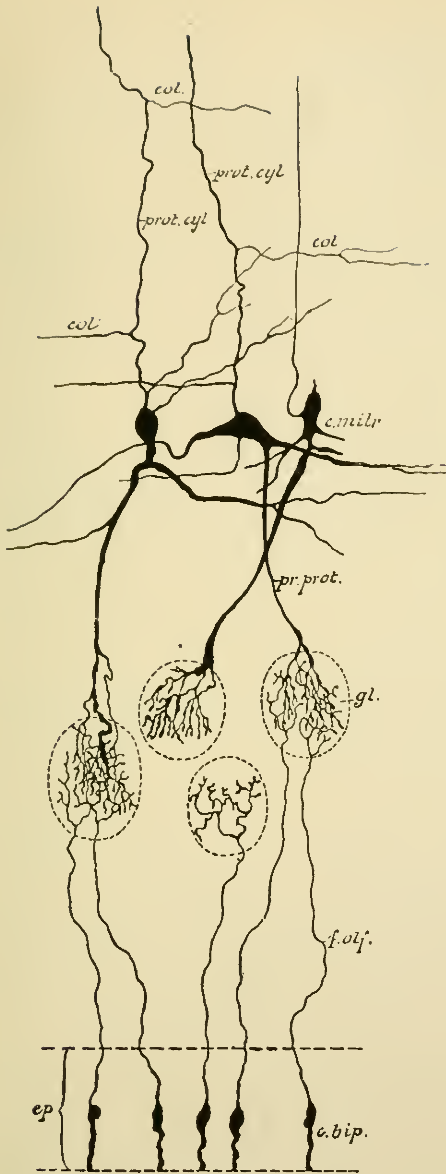


Fig. 143.
Schéma montrant le trajet des tilets olfactifs et leur contat, dans les glomérules du bulbe, avec un prolongement protoplasmatique d'une cellule mitrale, chez les mammifères.

cp. : Épithélium de la muqueuse olfactive
c. bip. : Cellules bipolaires olfactives.
f. olf. : Filets olfactifs.
gl. : Glomérules du bulbe olfactif.
c. m. : Cellules mitrales.
pr. prot. : Prolongements protoplasmatiques.
prol. cyl. : Prolongements cylindraxiles avec, *col*, leurs branches collatérales.

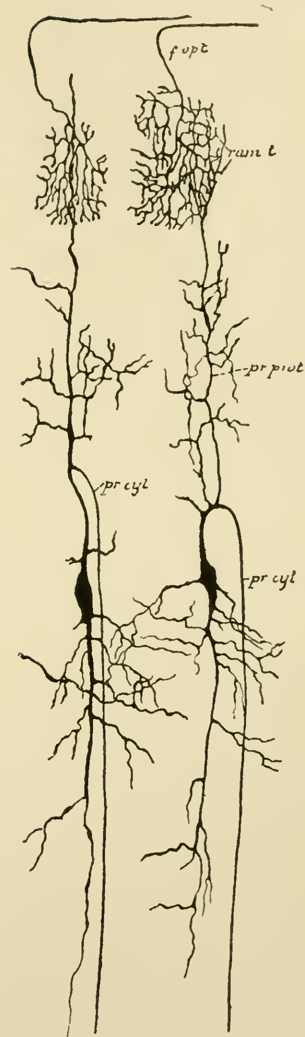


Fig. 144.
Terminaison des fibres du nerf optique dans les couches superficielles du lobe optique chez un embryon de poulet. Les ramifications cylindraxiles ne viennent en contact qu'avec les ramifications protoplasmatiques des cellules nerveuses du lobe optique.

f. opt. : Fibres du nerf optique.
ram. t. : Leurs ramif. terminales.
pr. prot. : Prol. protoplasmatiques
pr. cyl. : Prol. cylindraxiles des cell. nerv. du lobe optiq.

prolongements protoplasmatiques doivent être de nature nerveuse et servir à la conduction nerveuse.

Ces observations ont établi la nature nerveuse non seulement du prolongement cylindraxile et de sa cellule d'origine, mais encore de tous les prolongements protoplasmatiques.

La différence morphologique qui sépare les prolongements protoplasmatiques du prolongement cylindraxile n'est donc pas bien profonde, puisque les deux espèces de prolongements sont de nature nerveuse. Elle ne réside en somme que dans quelques caractères extérieurs. Nous verrons d'ailleurs que, dans certaines circonstances, toute différence morphologique peut même disparaître complètement. Il en est ainsi notamment pour les cellules nerveuses des batraciens. Là, les caractères morphologiques des prolongements protoplasmatiques se rapprochent tellement de ceux du prolongement cylindraxile que Lavdowsky a décrit, dans la moelle des batraciens, *tous* les prolongements des cellules nerveuses comme des prolongements cylindraxiles.

La différence physiologique semble nulle, puisque tous les prolongements jouissent de la conduction nerveuse.

Une étude comparée des différents éléments nerveux montre cependant que le *sens* suivant lequel se fait la conduction nerveuse varie dans les deux espèces de prolongements.

Dans les prolongements protoplasmatiques, l'ébranlement nerveux se transmet toujours des ramifications terminales vers la cellule d'origine, tandis que dans le prolongement cylindraxile, la transmission se fait de la cellule nerveuse vers les ramifications terminales. Les prolongements protoplasmatiques possèdent donc la conduction *cellulipète :* ils recueillent autour d'eux les ébranlements venus des éléments voisins et les transmettent à la cellule dont ils dépendent. Le prolongement cylindraxile jouit de la conduction *cellulifuge :* il reçoit l'ébranlement nerveux de sa cellule d'origine et doit le transmettre aux éléments avec lesquels il arrive en contact.

Cette hypothèse, que nous avons émise le premier d'une façon quelque peu dubitative en 1891, et que nous avons développée dans nos recherches ultérieures, a été défendue également par Ramon y Cajal sous le nom de *théorie de la polarisation dynamique des éléments nerveux.* D'après cette théorie, les prolongements protoplasmatiques seraient des appareils de perception de l'ébranlement nerveux, tandis que les prolongements cylindraxiles constitueraient des appareils d'application.

L'étude ultérieure vous montrera clairement que cette hypothèse se trouve en parfait accord avec les faits.

Littérature.

Flechsig : *Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark*. Leipzig 1876. — *Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Leitungsbahnen im Grosshirn des Menschen*. Archiv f. Anat. und Entwickl., 1881, pp. 12-75. — R. Wagner : *Handwörterbuch der Physiologie*. Bd. III, Abth. I, p. 377, 1851. — E. Remak : *Ueber multipolare Ganglienzellen*. Berichte über die Verhandl. d. k. preuss. Akad., Berlin, 1854, p. 29. — Deiters : *Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere*. Braunschweig, 1865. — Gerlach : Article « *Rückenmark* » dans Stricker 's Handbuch der Lehre von den Geweben. Bd. II, 1871. — C. Golgi : *Beitrag zur feineren Anatomie der Centralorgane des Nervensystems*. 1871. — *Ueber den Bau der grauen Substanz des Grosshirns*. 1874. — *Ueber die feinere Anatomie des menschlichen Kleinhirns*. 1874 (cités d'après la traduction allemande parue en 1894). — *Sulla fina struttura dei bulbi olfattorii*. Reggio Emilia, 1875. — *Considérations anatomiques sur la doctrine des localisations cérébrales*. Archives italiennes de Biologie, 1882, pp. 237-253, pp. 255-268. — *Recherches sur l'histologie des centres nerveux*. Ibid., t. III. 1883, pp. 285-314; t. IV, 1883, pp. 92-122; t. VII, 1886, pp. 15-47. — *Sulla fina anatomia degli organi centrali del sistema nervoso*. Milan, 1886. — *Ueber den feineren Bau des Rückenmarkes*. Anatomischer Anzeiger, 1890. — *La rete nervosa diffusa degli organi centrali del sistema nervoso. Suo significato fisiologico*. Estratto dai Rendiconti del R. Istituto Lombardo, 1891. — Ramon y Cajal : *Estructura de los centros nerviosos de las aves*. Revista trimestrial de histologia normal y pathologica, nº 1, 1888, p. 1-10. — *Sobre las fibras nerviosas de la capa molecular del cerebelo*. Ibid., nº 3, 1888, p. 33-41. — *Estructura del lobulo optico de las aves*. Ibid., nºs 3 et 4, 1889, p. 65-78. — *Contribucion al estudio de la estructura de la medula espinal*, Ibid., 1889, p. 79-106. — *Sobre las fibras nerviosas de la capa granulosa del cerebelo*. Ibid., 1889, p. 107-118. — *Sur l'origine et la direction des prolongations nerveuses de la couche moléculaire du cervelet*. Internation. Monatschrift, Bd. VI. Heft 3 et 4, 1889. — *Conexion general de los elementos nerviosos*. La medicina practica, nº 88, p. 341-346, 1889. — *Sur l'origine et les ramifications des fibres nerveuses de la moelle embryonnaire*. Anatomischer Anzeiger, nº 3, p. 85-95 et nº 4, p. 111-119, 1890. — *Sur les fibres nerveuses de la couche granuleuse du cervelet et sur l'évolution des éléments cérébelleux*. Intern. Monatschr., Bd. VII, Heft 1, 1890. — *A propos de certains éléments bipolaires du cervelet avec quelques détails nouveaux sur l'évolution des fibres cérébelleuses*. Intern. Monatschr., Bd. VII, Heft 2, 1890. — *Nuevas observaciones sobre la estructura de la medula espinal de los mamiferos*. Avril 1890, Barcelone. — *Sobre la aparicion de las expansiones celulares en la medula embrionaria*. Gaceta sanitaria de Barcelona, nº 12, p. 413-418, août 1890. — *Réponse à M. Golgi à propos des fibrilles collatérales de la moelle épinière et de la structure générale de la substance grise*. Anatom. Anz., nº 20, p. 579-587, 1890. — *A quelle époque apparaissent les expansions des cellules nerveuses de la moelle épinière du poulet?* Anatomischer Anz., nº 21, p. 609-613; nº 22, p. 631-639, 1890. — *Origen y terminacion de las fibras nerviosas olfatorias*. Extrait de la Gaceta sanitaria Municipal du 10 décembre 1890. —

Textura de las circonvoluciones cerebrales de los mamiferos inferiores. Extrait de la Gaceta Medica Catalana du 15 décembre 1890. — Pequenas comunicaciones anatomicas : I. *Sobre la existencia de terminaciones nerviosas pericelulares en los ganglios nerviosos raquidianos* ; II. *Sobre la existencia de colaterales y de bifurcaciones en las fibras de la substantia blanca de la corteza grès del cerebro.* 20 décembre 1890. — Kölliker : *Histologische Mittheilungen.* Sitzungsber. der Wurzb. Phys. med. Gesellschaft, 1890. — *Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems.* Erster Beitrag : *Das Kleinhirn.* Zeitschr. f. wiss-Zool., Bd. 49, 1890. — *Ueber der feineren Bau des Rückenmarks.* Sitzungsber. der Wurzb. Phys.-med. Gesellsch. 1890. — *Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems.* Zweiter Beitrag : *Das Rückenmark.* Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 51, 1890. — *Der feinere Bau des verlängerten Markes.* Anatom. Anzeiger, 1891. — *Eröffnungsrede auf der 5 Versammlung der Anatomischen Gesellschaft* (München 1892). Anatom. Anzeiger, 1891. — Van Gehuchten : *La structure des centres nerveux : la moelle épinière et le cervelet.* La Cellule, t. VII, 1er fasc., 1891. — *Les découvertes récentes dans l'anatomie et l'histologie du système nerveux central.* Conférence donnée à la Société belge de microscopie le 25 avril 1891. Annales de la Société belge de microscopie, 1891. — Van Gehuchten et Martin : *Le bulbe olfactif chez quelques mammifères.* La Cellule, t. VII, 1891. — Van Gehuchten : *La structure des lobes optiques chez l'embryon du poulet.* La Cellule, t. VIII, 1892. — *Les cellules nerveuses du sympathique chez quelques mammifères et chez l'homme.* La Cellule, t. VIII, 1892. — v. Lenhossek : *Ueber Nervenfascrn in hinteren Wurzeln welche aus dem Vorderhorn entspringen.* Anatomischer Anzeiger, 1890. — *Neuere Forschungen über den feineren Bau des Nervensystems.* Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte. 1891. — *Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen.* Forschritte der Medicin. 1892. — P. Ramon : Notas preventivas sobre la estructura de los centros nerviosos : I. *Terminacion del nervio optico en los cuerpos geniculados y tuberculos cuadrigeminos.* II. *Estructura del bulbo olfatorio de las aves.* III. *Estructura del cerebelo de los pices.* Gaceta sanitaria de Barcelona, 1890. — *Las fibras colaterales de la substancia blanca en la medula de las laryas de batracia.* Gaceta Sanitaria de Barcelona, Oct. 1890. — *Investigaciones de histologia comparada en los centros opticos de los vertebrados.* Thèse de doctorat, Madrid 1890. — *El encephalo de los reptilos*, Barcelona, 1891. — Cl. Sala : *Estructura de la medula espinal de los batracios*, Barcelone, 1892. — Retzius : *Zur Kenntniss der centralen Nervensystem von Myxine glutinosa.* Biolog. Unters. Bd. II, 1891. — *Die nervösen Elemente der Kleinhirnrinde. Die Endigungsweise der Gehörnerven. Ueber den Typus der sympathischen Ganglienzellen der höheren Thiere.* Biolog. Unters. Bd. III, 1892. — *Ueber die neuen Prinzipien in der Lehre von der Einrichtung des sensiblen Nervensystems.* Biolog. Unters. Bd. IV. 1893. — His : *Ueber der Aufbau unseres Nervensystems.* Berliner klinische Wochenschrift, 1893. — Edinger : *Zwölf Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane.* Dritte Auflage. 1892. — Waldeyer : *Ueber einige neuere Forschungen im Gebiete der Anatomie des Nervensystems.* Deutsche Medic. Wochenschrift, 1891. — Schafer : *The nerve cell considered as the basis of the Neurology*, Brain, 1893. — Kupffer : *Die Neuren-Lehre in der Anatomie des Nervensystems.* Münchener Mediz-Wochenschr. 1894. — Forel : *Einige hirnanatomische Betrachtngen und Ergebnisse.* Archiv f. Psychiatrie und Nervenkrankheiten, Bd. 18, 1887. — Van Gehuchten : *Nouvelles recherches sur les ganglions*

cérébro-spinaux. La Cellule, t. VIII, 1892. — *Le système nerveux de l'homme*. 1re édition, Lierre, 1893. — RAUBER : *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. Bd. II, 2 Abth., Leipzig, 1894. — KÖLLIKER : *Handbuch der Gewebelehre des Menschen*. 6e Auflage, Bd. II, Leipzig, 1893.— v. LENHOSSEK : *Die sensibeln Nerven des Regenwurms*. Basel., Oct. 1891. — *Ursprung, Verlauf und Endigung der sensibeln Nervenfasern bei Lumbricus*. Archiv f. mikr. Anat., Bd. 39, 1892. — RETZIUS : *Das nervensystem der Lumbricinen*. Biol. Unters., Bd. III, 1892. — *Das sensible Nervensystem der Polychäten*. *Das sensible Nervensystem der Mollusken*. Biolog. Unters., Bd. IV, 1893. — *Zur Kenntniss des Nervensystems der Crustaceen*. Biolog. Unters., Bd. I, 1890. — EHRLICH : *Ueber die Methylenblaureaktion der lebenden Nervensubstanz*. Deutsche Mediz. Wochenschr., 1886. — NANSEN : *The structure and combination of the histological elements of the central nervous system*. Bergens Museum Aarsberetning, 1886. — *Die Nervenelemente, ihre Struktur und Verbindung im Central-Nervensystem*. Anatomischer Anzeiger, 1888. — L. SALA : *Zur feineren Anatomie des grossen Seepferdefusses*. Zeitschr. f. wiss-Zool., 1891. — MARTINOTTI : *Beitrag zum Studium der Hirnrinde und dem Centralursprung der Nerven*. Internat. Monatschr. f. Anat. und Phys., Bd. VII, 1890. — KÖLLIKER : *Ueber den feineren Bau des Bulbus olfactorius*. Sitzungsber. d. Würburger Physik.-medic. Gesellsch., 1891. — LAVDOWSKY : *Vom Aufbau des Rückenmarks*. Archiv f. mikr. Anat., Bd. 38, 1891. — RAMON Y CAJAL : *Significacion fisiologica de las expansiones protoplasmaticas y nervosas de las celulas de la substancia gris*. Revista de Ciencias Medicas de Barcelona, no 22 et 23. 1891.

DIXIÈME LEÇON

Eléments histologiques qui entrent dans la constitution du système nerveux *(Suite)*.

Anastomoses entre cellules nerveuses et entre fibres nerveuses. — Sens de la conductibilité nerveuse dans les prolongements protoplasmatiques et cylindraxiles. — Le contact utile entre les neurones. — Les prolongements cellulipètes et les prolongements cellulifuges. — La théorie de la polarisation dynamique des éléments nerveux. — L'indépendance des neurones et les hypothèses qu'elle a fait naître au point de vue du mécanisme des phénomènes psychiques.

Nous avons vu, dans la dernière leçon, que le tissu nerveux est formé de cellules nerveuses et de fibres nerveuses. Ces cellules et ces fibres sont en continuité directe les unes avec les autres, puisque tout cylindre-axe de fibre nerveuse doit être considéré comme un simple prolongement cellulaire. Une cellule nerveuse avec tous ses prolongements constitue une espèce d'unité nerveuse, un élément nerveux, un neurone. Tout neurone est pourvu de deux espèces de prolongements : des prolongements protoplasmatiques et un prolongement cylindraxile. Les prolongements protoplasmatiques se terminent toujours par des ramifications libres. Le prolongement cylindraxile est généralement unique; quelquefois cependant un même neurone peut avoir deux et même plusieurs prolongements nerveux (Ramon y Cajal, Retzius). Tout prolongement cylindraxile et toutes les branches collatérales qui en dépendent se terminent toujours par des ramifications libres. Les éléments nerveux ne s'anastomosent donc pas entre eux par leurs prolongements protoplasmatiques : le réseau nerveux de Gerlach n'existe pas. Ils ne s'anastomosent pas non plus au moyen de leurs prolongements cylindraxiles : le réseau nerveux diffus de Golgi n'existe pas non plus. Dans l'état actuel de nos connaissances, nous devons admettre que les éléments nerveux restent indépendants les uns des autres, qu'ils n'agissent et ne peuvent agir les uns sur les autres que par *contiguïté* ou par *contact*. Notez bien que je dis : dans l'état actuel de nos connaissances les neurones sont des éléments indé-

pendants; cela veut dire qu'avec les méthodes d'investigation dont nous disposons actuellement, on ne voit pas de continuité, on ne voit pas d'anastomoses entre les éléments nerveux et par conséquent on ne doit pas les admettre.

Il ne faut pas croire cependant que cette absence d'anastomoses soit un fait anatomique accepté sans conteste par tous ceux qui, dans ces dernières années, ont fait des recherches spéciales sur l'organisation interne du système nerveux. Que les anastomoses entre cellules nerveuses ne constituent pas la disposition normale, la disposition typique des éléments nerveux, c'est-à-dire la connexion anatomique indispensable pour la transmission de l'influx nerveux d'un neurone à un autre neurone, c'est là une conviction que je partage avec His, Forel, Cajal, Kölliker, v. Lenhossek, Retzius, Edinger et bien d'autres encore. Et si maintenant, dans un cas exeptionnel, l'un ou l'autre auteur parvenait à mettre en évidence, d'une façon indiscutable, une fusion intime et réelle entre deux cellules nerveuses, soit par les prolongements protoplasmatiques, soit par les prolongements cylindraxiles, ce fait ne suffirait pas encore *à lui seul* à ébranler ma conviction et à me faire rejeter la doctrine de l'indépendance des éléments nerveux actuellement admise par la grande majorité des neurologistes. Il y a des enfants qui arrivent au monde complètement privés de système nerveux central ; il n'est venu à l'esprit de personne de conclure de ce fait indiscutable, que tous nous sommes nés sans moelle épinière et sans encéphale. Il arrive quelquefois, dans les grossesses gemellaires, que. par suite d'une altération quelconque dans le développement embryologique, les enfants naissent soudés l'un à l'autre sur une étendue plus ou moins considérable. Il se tromperait certes gravement celui qui, s'appuyant sur ce fait, voudrait en tirer une conclusion générale. Ce sont là des cas rares, exceptionnels, des monstruosités dent nous avons le droit et le devoir de ne pas tenir compte. Et si de pareilles anomalies peuvent se produire pour un être aussi complexe que l'homme, à plus forte raison pouvons-nous les rencontrer pour l'une ou l'autre de ces millions de cellules nerveuses qui entrent dans la constitution de notre système nerveux. Toutes ces cellules proviennent, en effet, par voie caryocinétique, des cellules primitives du canal neural auxquelles His a donné le nom de *cellules germinatives*. Il suffit, pour l'une ou l'autre de ces cellules, que la division du noyau ne soit pas suivie de la division complète du protoplasme pour produire deux cellules nerveuses largement anastomosées. Ce fait se produit assez fréquement pour les cellules de l'ovaire chez les animaux inférieurs (Carnoy), pourquoi ne pourrait-on le rencontrer de même pour les cellules nerveuses ?

Mais je ne dois pas seulement vous faire connaitre ma conviction personnelle ; mon devoir est de vous fournir un relevé impartial de l'état de nos connaissances concernant les connexions qui peuvent exister entre les éléments nerveux. Aussi, à côté des nombreux auteurs qui acceptent actuellement, comme un fait fondamental, l'absence d'anastomoses entre prolongements protoplasmatiques et cylindraxiles, c'est-à-dire l'indépendance anatomique des neurones, il y en a d'autres qui, se servant des mêmes méthodes de Golgi et de Ehrlich, prétendent avoir observé des anastomoses réelles soit entre prolongements protoplasmatiques, soit entre prolonge-

ments cylindraxiles, soit même des anastomoses entre prolongements cylindraxiles et protoplasmatiques.

Le partisan le plus convaincu de l'existence d'anastomoses entre prolongements protoplasmatiques et entre prolongements cylindraxiles est, sans conteste, Dogiel, professeur d'histologie à l'Université de Tomsk. Dogiel a publié une série de travaux sur l'organisation interne de la rétine en se servant de la méthode au bleu de méthylène et il est arrivé à la conclusion que toutes les cellules nerveuses de la rétine qui, par leur forme, leur volume, le mode de ramification de leurs prolongements protoplasmatiques et cylindraxiles, l'épaisseur et la longueur de leurs prolongements, dans certains cas même par leur situation, appartiennent à un même type, que toutes ces cellules se réunissent ensemble de façon à former des colonies indépendantes des colonies semblables formées par des cellules appartenant à un autre type.

L'union entre cellules d'une même colonie se fait par les prolongements protoplasmatiques et par les prolongements cylindraxiles. Les prolongements protoplasmatiques, après s'être divisés et subdivisés, se résolvent en un nombre plus ou moins grand de fibrilles qui s'anastomosent les unes avec les autres de manière à former un réseau. Outre cette union indirecte entre cellules d'une même colonie par l'intermédiaire d'un réseau nerveux, il existerait encore, d'après Dogiel, des anastomoses directes par la fusion intime de gros prolongements protoplasmatiques. Les prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses d'un même type se comportent comme les prolongements protoplasmatiques : eux aussi, après s'être divisés et subdivisés se résolvent en fibrilles qui s'unissent les unes aux autres de manière à former un réseau.

Il existe donc entre cellules d'une même colonie une double connexion : l'une s'établit par un réseau formé par les anastomoses des prolongements protoplasmatiques et l'autre par un réseau formé par les prolongements cylindraxiles. Il n'y a donc pas de cellules nerveuses indépendantes ; il n'y a que des colonies de cellules indépendantes les unes des autres. Ces colonies cellulaires réagissent les unes sur les autres par le contact qui s'établit entre le réseau nerveux formé par les ramificatiens cylindaxiles de l'une et le réseau nerveux formé par les ramifications protoplasmatiques de l'autre. Dogiel admet donc à la fois et le réseau nerveux de Gerlach et le réseau nerveux de Golgi. Mais, pour lui, il n'y a pas un seul réseau protoplasmatique, ni un seul réseau cylindraxile; il y a, au moins dans la rétine, autant de réseaux protoplasmatiques et cylindraxiles distincts qu'il y a de types de cellules nerveuses.

Ces anastomoses multiples entre prolongements protoplasmatiques et cylindraxiles admises par Dogiel n'ont pas été retrouvées par tous ceux qui, après ce savant, ont appliqué la méthode au bleu de méthylène à l'étude de la rétine des vertébrés. Ramon y Cajal, dans un grand nombre de travaux publiés sur la rétine, ne signale nulle part trace d'anastomoses. Kallius, qui a étudié la rétine des mammifères et qui a consacré une attention spéciale à rechercher les anastomoses décrites par Dogiel, déclare n'avoir rencontré des anastomoses qu'entre les prolongements ascendants des cellules bipolaires. Toutes les autres cellules nerveuses sont indépendantes les unes des autres.

Bouin, qui a étudié sous la direction de Prenant et avec la méthode au bleu de méthylène la rétine de quelques mammifères dans le but de contrôler les assertions si contradictoires de Dogiel, Kallius, Masius, Lavdowsky qui admettent l'existence

d'anastomoses et de Cajal, Kölliker, Van Gehuchten, His, v. Lenhossek, Retzius et beaucoup d'autres qui contestent leur existence, est arrivé à ce résultat que si à un faible grossissement les anastomoses paraissent incontestables, elles s'évanouissent cependant et se résolvent en fibrilles superposées chaque fois qu'on les examine avec des grossissements appropriés. Ces anastomoses n'existent même pas pour le seul cas où Kallius les a décrites et figurées, c'est-à-dire entre les prolongements ascendants des cellules bipolaires.

Il admet seulement l'existence d'anastomoses entre les prolongements protoplasmatiques de certaines cellules rétiniennes dépourvues de prolongements cylindraxiles et que l'on désigne sous le nom de *spongioblastes.*

Renaut a étudié avec le bleu de méthylène la rétine du lapin et du cochon d'Inde. Il pense que les colorations obtenues par le bleu de méthylène sont plus complètes que les imprégnations par le chromate d'argent. Il a observé la continuation de certains prolongements protoplasmatiques d'une cellule munie d'un cylindre-axe avec ceux d'une cellule de la rétine dépourvue de prolongement cylindraxile et connue sous le nom de spongioblaste ou cellule amacrine. Il n'a pas retrouvé les anastomoses entre prolongements cylindraxiles décrites par Dogiel.

« La doctrine des terminaisons toujours libres ne me parait pas exacte dans sa rigueur, conclut-il, mais je pense que Dogiel est allé trop loin en admettant que, sur un très grand nombre de points, les cellules nerveuses forment des réseaux par la continuité de leurs prolongements protoplasmatiques respectifs. L'emmêlement inextricable donne, il est vrai, l'apparence d'un réseau. En y regardant de près, on voit qu'il s'agit de *croisements au contact,* d'appuis, pareils à ceux que prennent sur les corps cellulaires les fibres névrogliques. L'articulation se fera donc, dans l'immense majorité des cas, par des appuis adhésifs ou par de simples accolements. Dans d'autres cas moins nombreux, m'a-t-il semblé, il y aura continuité de substance.

En résumé donc et pour ce qui concerne les cellules nerveuses de la *rétine*, d'après les recherches de Dogiel, les anastomoses seraient la règle non seulement entre les prolongements protoplasmatiques de toutes les cellules nerveuses appartenant au même type, mais encore entre les prolongements cylindraxiles de ces mêmes cellules nerveuses. Pour Cajal les anastomoses n'existent pas dans la rétine. Kallius, Bouin et Renaut défendent une opinion mixte : les anastomoses ne sont de loin pas si fréquentes que Dogiel veut bien le prétendre, mais elles existent cependant en quelques endroits. Kallius ne les admet qu'entre les prolongements ascendants des cellules bipolaires, Bouin conteste ces anastomoses admises par Kallius, pour lui il ne les a observées qu'entre les prolongements protoplasmatiques des spongioblastes. Pour Renaut enfin elles n'existent qu'entre certains prolongements protoplasmatiques d'une cellule pourvue d'un cylindre-axe et les prolongements protoplasmatiques des spongioblastes.

Des anastomoses entre cellules nerveuses ont encore été signalées dans le système nerveux central et entre les terminaisons des fibres périphériques.

Masius, dans ses recherches faites avec la méthode de Golgi sur la moelle épinière de jeunes lapins, a décrit des anastomoses non seulement entre les prolongements protoplasmatiques et entre les prolongements cylindraxiles, mais même des anastomoses de prolongements cylindraxiles avec des prolongements protoplasmatiques. Les figures qui accompagnent le travail de Masius semblent

prouver qu'il n'a eu sous les yeux que des imprégnations incomplètes. Ces observations n'ont jusqu'ici pas été confirmées.

L. SALA a décrit, dans le système nerveux central des téléostéens, un réseau nerveux très complexe donnant origine aux fibres commissurales du toit optique. Dans les recherches très étendues que nous avons faites nous-même sur les diverses parties du système nerveux de la truite et dont une partie seulement a été publiée jusqu'ici, nous n'avons jamais rencontré d'anastomoses véritables.

BALLOWITZ admet l'existence de véritables anastomoses entre les fibres nerveuses de la peau des poissons, anastomoses qui n'ont pas été retrouvées par RETZIUS dans ses recherches sur les nerfs de la peau chez le Petromyzon. De plus, BALLOWITZ admet que de ce réseau sous-cutané partent des fibrilles nerveuses destinées aux chromatophores. Le plus grand nombre de ces fibrilles se terminent librement soit sur la face externe, soit dans l'intérieur même du corps cellulaire du chromatophore. Quelques-unes de ces fibrilles cependant s'anastomoseraient avec des fibrilles voisines de manière à former un réseau à mailles fermées. Ces mêmes anastamoses existent, d'après BALLOWITZ, dans l'organe électrique de certains poissons. EBERTH et BUNGE prétendent également avoir observé des anastomoses entre les fibrilles nerveuses destinées aux chromatophores dans la peau des poissons. Ces observations demandent confirmation.

Un ancien ami d'Université, actuellement mon collègue de l'Université de Gand, J.-F. HEYMANS a publié récemment, en collaboration avec DEMOOR, un travail très étendu sur les fibres nerveuses du cœur chez un grand nombre de vertébrés ; il arrive à la conclusion que les fibres qui pénètrent dans le myocarde s'anastomosent les unes avec les autres de façon à former un véritable réseau. « Partout la même continuité, dit-il en parlant des fibres nerveuses du cœur de la souris, partout les mêmes anastomoses entre les ramifications d'une même fibre et celles de fibres différentes nous paraît indiscutable. On peut faire des objections à telle ou telle anastomose en particulier, mais le nombre de ces anastomoses est tellement considérable qu'il a suffi à des amis histologistes de jeter un coup d'œil sur nos préparations pour être convaincus de leur existence ». Après une telle affirmation on pourrait croire que ces anastomoses si multiples et si évidentes, si elles existent réellement, devraient renverser de fond en comble la doctrine actuellement régnante de l'indépendance des éléments nerveux et cela d'autant plus que les figures qui accompagnent le travail de HEYMANS et DEMOOR, étant des photographies, devraient paraître inattaquables. Mais si on examine ces photogrammes on constate que tous, à l'exception d'un seul sur lequel nous allons revenir, ont été exécutés à des grossissements ne dépassant pas 360 D. Or HEYMANS et DEMOOR déclarent eux-mêmes : « Si nous examinons nos nombreuses préparations à des grossissements divers, depuis les grossissements moyens jusqu'aux plus forts (Zeiss, obj. apochrom. 2 millim., oc. 12 [1]), il est d'abord hors de doute qu'on distingue un certain nombre de plans successifs contenant des fibres ou des fibrilles nerveuses distinctes qui ne s'anastomosent pas au niveau où on l'aurait crû à des grossissements plus faibles ». Toutes ces photographies sont donc, de l'aveu même

[1]) C'est-à-dire un grossissement de 1500 D.

de Heymans et Demoor, sans aucune valeur pour le point spécial qui nous intéresse : l'existence ou la non-existence d'anastomoses, puisque toutes ont été prises à des grossissements ne permettant pas de trancher la question. Quant à la figure 26, la seule qui ait été photographiée à un grossissement de 720 D., les auteurs disent, dans l'explication qu'ils en donnent, « la netteté de ce réseau à ce grossissement démontre que les fibres qui le constituent se trouve dans un même plan ». Or, si on examine ce photogramme on trouve une légère différence de teinte entre les fibres nerveuses, preuve évidente à nos yeux que les fibres photographiées occupaient des plans différents. D'ailleurs ce n'est pas avec des photographies, quelque belles qu'elles soient, que l'on parviendra jamais à élucider si, en un point donné, il existe ou un entrecroisement de fibrilles nerveuses ou une véritable anastomose. La chose n'est même pas toujours facile par l'étude directe d'une préparation donnée et par la poursuite des diverses fibrilles nerveuses dans les différents plans de la préparation, la vis micrométrique à la main. Bien des fois, dans les nombreuses préparations que nous avons étudiées depuis six ans, nous avons crû avoir devant les yeux une anastomose indiscutable. Il nous suffisait, dans ces cas, d'étaler la préparation sur un couvre-objet de façon à pouvoir l'examiner par les deux faces pour nous convaincre de l'erreur que nous allions commettre. La question n'est donc pas si facile à trancher que Heymans et Demoor semblent disposés à le croire. Aussi ne comprenons-nous pas comment ils aient pu écrire « le nombre des anastomoses est tellement considérable qu'il a suffi à des amis histologistes de jeter un coup d'œil sur nos préparations pour être convaincus de leur existence ». Nous ne pouvons nous empêcher de croire que ces amis histologistes avaient la conviction excessivement facile. L'étude attentive du travail de Heymans et Demoor nous a donné la conviction que la conclusion que ces auteurs ont formulée concernant les anastomoses entre fibres nerveuses ne repose sur aucun fait indiscutable.

Nous avons vu, dans la dernière leçon, que les prolongements protoplasmatiques des cellules nerveuses ne servent pas uniquement d'appareils de nutrition pour l'élément nerveux et que le prolongement cylindraxile n'est pas seul à jouir de la fonction de conductibilité (Golgi). Mais toutes les parties d'un neurone sont de nature nerveuse et la transmission de l'ébranlement nerveux se fait aussi bien par les prolongements protoplasmatiques que par le prolongement cylindraxile. La seule différence physiologique qui sépare les prolongements protoplasmatiques du prolongement cylindraxile c'est que, ainsi que nous allons le démontrer pour quelques éléments en particulier, dans les premiers la conduction est *cellulipète*, tandis que dans le second la conduction est *cellulifuge*.

Le contact, par lequel les éléments nerveux agissent les uns sur les autres pour se transmettre l'ébranlement reçu, pourrait se faire *théoriquement*, soit entre les prolongements protoplasmatiques de neurones voisins, soit entre les corps cellulaires d'éléments juxtaposés, soit entre les ramifications collatérales et terminales des prolongements cylindraxiles. Ce qui

semble exclure ces voies multiples de transmission nerveuse, c'est que, si elles existaient, la moindre excitation périphérique devrait nécessairement se transmettre à tous les éléments nerveux de l'axe cérébro-spinal; car, de même que dans le plexus nerveux sous-cutané, d'où partent les fibrilles intra-épidermiques, les contacts sont multiples entre les ramifications terminales des fibres nerveuses sensitives, FIG. 145; de même, dans la moelle,



FIG. **145.**
Terminaisons nerveuses intra-épidermiques
dans la peau du pavillon de l'oreille de la souris blanche.

les contacts sont nombreux non seulement entre les ramifications collatérales et terminales des fibres sensitives, mais aussi et surtout entre les prolongements protoplasmatiques de toutes les cellules nerveuses.

Si tous ces contacts devaient servir à la transmission de l'ébranlement nerveux, une excitation quelconque produite en un point donné de la peau



Fig. 146.
Plaques motrices dans les muscles du museau de la souris blanche.

pourrait se transmettre à la moelle épinière, non seulement par voie directe en parcourant toute l'étendue de la fibre excitée, mais encore par voie indirecte, en passant par les ramifications terminales des fibres nerveuses voisines non soumises à l'excitation. Amené à la moelle par le prolongement interne des cellules des ganglions spinaux, cet ébranlement se transmettrait encore une fois, non seulement aux cellules nerveuses, mais aussi aux nombreuses ramifications cylindraxiles voisines, avec lesquelles les ramifications collatérales ou terminales de ce prolongement viendraient en contact. Transmise ainsi de proche en proche, cette excitation périphérique finirait par ébranler tous les neurones de l'axe cérébro-spinal. Nous savons par l'expérience de tous les jours qu'il n'en est pas ainsi.

Pour savoir *dans quel sens* se fait la transmission nerveuse dans un neurone quelconque, nous pouvons avoir recours aux neurones périphériques, pour lesquels l'observation la plus vulgaire nous a révélé depuis longtemps le sens suivant lequel se fait la conduction nerveuse. Ces neurones se divisent en neurones moteurs et en neurones sensitifs.

Neurones moteurs. Nous verrons plus tard que les fibres motrices des nerfs spinaux ont leurs cellules d'origine dans la substance grise de la moelle ; nous savons que le cylindre-axe de chacune de ces fibres n'est que le prolongement cylindraxile de la

cellule nerveuse. Ce prolongement se termine dans une fibre musculaire par une touffe de ramifications libres, FIG. 146. Pour que cette fibre puisse se contracter sous l'influence d'une irritation amenée par la fibre nerveuse, il faut qu'une excitation motrice lui vienne de la cellule d'origine. La transmission de l'ébranlement nerveux dans le prolongement cylindraxile de chacune de ces cellules motrices est donc *cellulifuge*, FIG. 147.

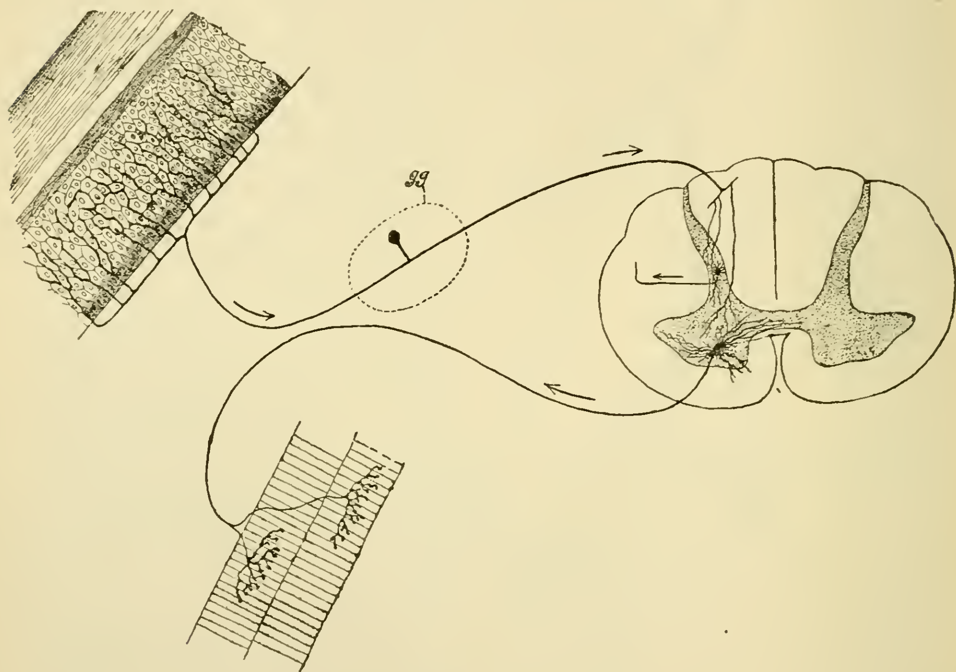


FIG. 147.

Neurones sensitifs. Nous verrons plus tard qu'une fibre nerveuse sensitive périphérique représente le prolongement protoplasmatique d'une cellule unipolaire d'un ganglion spinal. Ce prolongement se termine par des ramifications libres entre les cellules épithéliales de l'épiderme. Ces ramifications terminales perçoivent les excitations périphériques et les transmettent à la cellule d'origine. Dans ce cas, le prolongement protoplasmatique possède une conduction *cellulipète*. Les fibres des racines postérieures représentent les prolongements cylindraxiles des cellules des ganglions spinaux. Elles reçoivent l'ébranlement de leurs cellules d'origine et le transmettent, dans la moelle, aux cellules nerveuses avec lesquelles elles arrivent en contact. Ici encore le prolongement cylindraxile possède la conduction *cellulifuge*, FIG. 147.

Nous verrons que les fibres du nerf olfactif ont leurs cellules d'origine dans la muqueuse olfactive. Ces cellules sont bipolaires, FIG. 148.

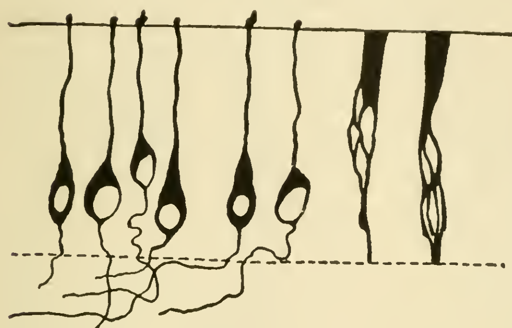


FIG. 148.
Quelques cellules nerveuses bipolaires de la muqueuse olfactive de la souris blanche.

Le prolongement périphérique de chacune de ces cellules possède la conduction *cellulipète*, c'est un prolongement protoplasmatique; leur prolongement central au contraire jouit de la conduction *cellulifuge*, c'est un prolongement cylindraxile. Le même fait s'observe pour les cellules bipolaires du ganglion spiral situé sur la branche limacéenne du nerf acoustique et du ganglion de SCARPA de la branche vestibulaire du même nerf.

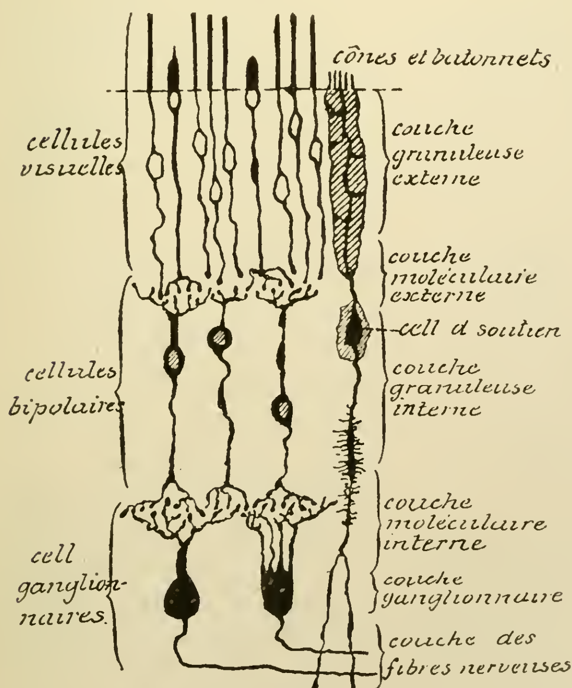


FIG. 149.
Les principaux éléments de la rétine.

Dans les *neurones périphériques*, c'est-à-dire les neurones qui sont situés, en partie, en dehors de l'axe cérébro-spinal, les prolongements protoplasmatiques possèdent donc la conduction cellulipète et le prolongement cylindraxile la conduction cellulifuge.

Il en est de même pour tous les neurones de l'axe cérébro-spinal. Dans le bulbe olfactif de tous les vertébrés, le prolongement protoplasmatique descendant de chacune des cellules mitrales a la conduction cellulipète, le prolongement cylindraxile la conduc-

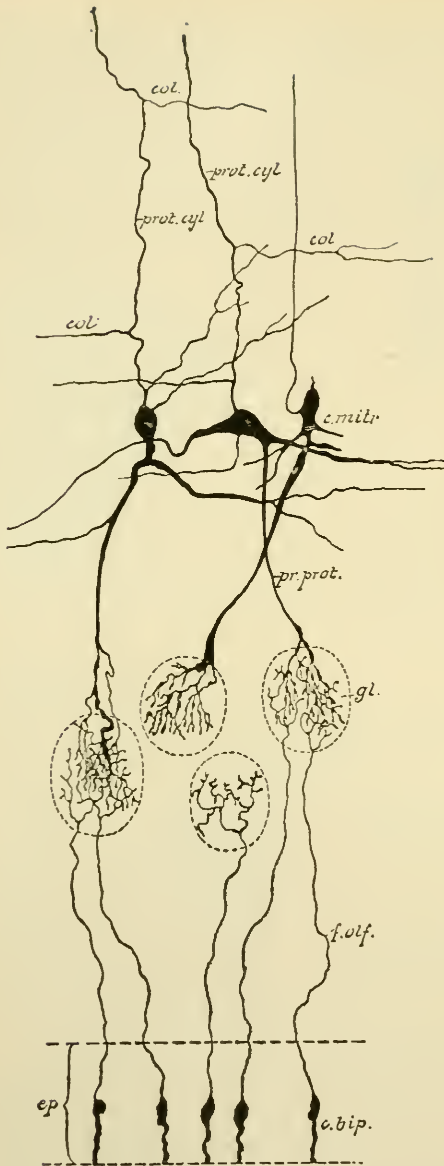


FIG. 150.

Schéma montrant le trajet des filets olfactifs et leur contact, dans les glomérules du bulbe, avec un prolongement protoplasmatique d'une cellule mitrale, chez les mammifères.

ep. : Épithélium de la muqueuse olfactive
c. bip. : Cellules bipolaires olfactives.
f. olf. : Filets olfactifs.
gl. : Glomérules du bulbe olfactif.
c. m. : Cellules mitrales.
pr. prot. : Prolongements protoplasmatiques.
prol. cyl. : Prolongements cylindraxiles avec, *col*, leurs branches collatérales.

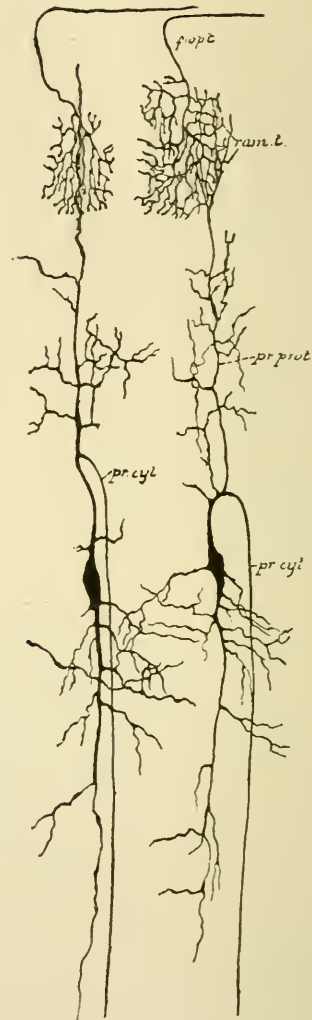


FIG. 151.

Terminaison des fibres du nerf optique dans les couches superficielles du lobe optique chez un embryon de poulet. Les ramifications cylindraxiles ne viennent en contact qu'avec les ramifications protoplasmatiques des cellules nerveuses du lobe optique.

f. opt. : Fibres du nerf optique.
ram. t. : Leurs ramif. terminales.
pr. prot. : Prol.protoplasmatiques.
pr. cyl. : Prol. cylindraxiles des cell. nerv. du lobe optiq.

tion cellulifuge, FIG. 150. Les fibres du nerf optique ne sont, en grande partie, que les prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses de la zone ganglionnaire de la rétine : elles présentent la conduction cellulifuge. Les prolongements protoplasmatiques de ces cellules rétiniennes jouissent de la conduction cellulipète, FIG. 149, de même que les prolongements protoplamatiques des cellules nerveuses du lobe optique, FIG. 151. Les cellules motrices de l'écorce cérébrale envoient leurs prolongements protoplasmatiques dans les couches superficielles de l'écorce, pour ramener aux cellules d'origine tous les ébranlements qu'ils peuvent recueillir; les prolongements cylindraxiles de ces cellules corticales descendent dans l'axe cérébro-spinal pour transmettre à d'autres éléments nerveux l'excitation qui leur vient de leurs cellules d'origine, FIG. 152.

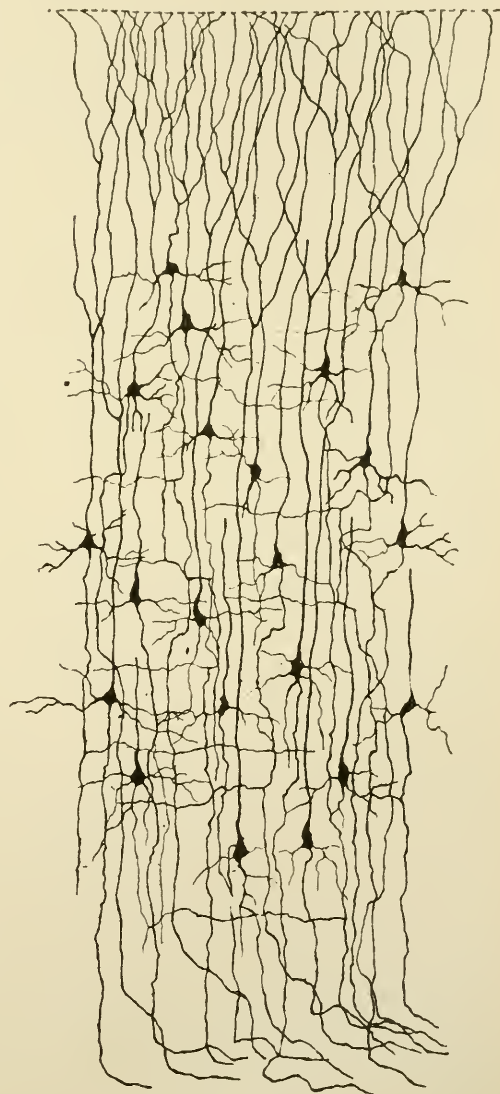


FIG. 152.
Quelques cellules de l'écorce cérébrale d'une souris blanche âgée de neuf jours.

Ces nombreux exemples, que l'on pourrait multiplier encore, prouvent donc que, en fait, le sens suivant lequel s'exerce la conductibilité varie dans les deux espèces de prolongements qui dépendent d'une cellule nerveuse. Ils nous montrent en même temps le mode de superposition des éléments nerveux et nous font voir par *quel contact* l'ébranlement est transmis d'un neurone donné à un autre neurone.

Le *contact utile* entre éléments nerveux, ou, suivant l'expression s

juste de Ramon y Cajal, l'*articulation* entre neurones superposés, c'est-à-dire la transmission de l'ébranlement d'un élément nerveux à un autre ébranlement nerveux, ne se fait donc pas par les prolongements protoplasmatiques enchevêtrés; il ne se fait pas non plus par les ramifications terminales cylindraxiles enlacées les unes dans les autres. Ce contact a lieu exclusivement entre les ramifications terminales du prolongement *cylindraxile* d'un neurone, les ramifications terminales des prolongements *protoplasmatiques* et peut-être le *corps cellulaire* d'un autre neurone.

Les fonctions spéciales des trois parties constitutives d'un élément nerveux peuvent donc être résumées de la façon suivante :

Tout *prolongement cylindraxile* possède la conduction cellulifuge.

Il ne reçoit *jamais* l'ébranlement nerveux ni des prolongements protoplasmatiques, ni des ramifications cylindraxiles avec lesquels il arrive en contact. Il ne le reçoit pas non plus du corps cellulaire de neurones voisins. L'ébranlement nerveux lui arrive *toujours* de sa cellule d'origine. Il ne transmet *jamais* cet ébranlement aux ramifications cylindraxiles avec lesquelles il s'enchevêtre, mais il le *communique toujours* soit aux prolongements protoplasmatiques et au corps cellulaire d'autres éléments nerveux, soit aux éléments étrangers avec lesquels il vient en contact.

Tout *prolongement protoplasmatique* jouit de la conduction cellulipète. Il ne reçoit jamais l'ébranlement nerveux ni de la cellule dont il provient, ni des prolongements protoplasmatiques qu'il rencontre sur son trajet, ni du corps cellulaire d'un élément voisin. L'ébranlement lui est exclusivement communiqué, soit par des excitations externes, soit par des ramifications cylindraxiles. Il ne transmet jamais l'ébranlement reçu, soit à d'autres prolongements protoplasmatiques, soit à des ramifications cylindraxiles. Il a pour unique fonction de le transmettre à sa cellule d'origine.

Le *corps cellulaire* d'un élément nerveux est le véritable centre d'action. C'est là qu'arrivent les ébranlements nerveux, soit qu'ils lui soient amenés par ses prolongements protoplasmatiques, soit qu'il les ait reçus directement de ramifications cylindraxiles appartenant à d'autres éléments. C'est de là aussi que partent les ébranlements nerveux pour parcourir le prolongement cylindraxile, soit à la suite d'une excitation amenée à la cellule par ses prolongements protoplasmatiques, soit à la suite d'une modification spéciale survenue directement dans la cellule elle-même.

J'insiste un peu longuement sur ces considérations générales, parce qu'elles forment la base de toute la structure interne du système nerveux et que, ces notions bien comprises, il vous sera assez facile de vous orienter dans la structure complexe de l'axe cérébro-spinal.

Cette théorie de la conductibilité cellulipète des prolongements protoplasmatiques et de la conductibilité cellulifuge des prolongements cylindraxiles a été émise pour la première fois par nous en 1891. Peu de temps après elle fut acceptée par RAMON Y CAJAL dans un travail consacré exclusivement à l'étude de la fonction physiologique des prolongements des cellules nerveuses. RETZIUS, v. LENHOSSEK et GAD s'y sont ralliés, RAUBER l'a accueillie dans son traité d'anatomie et tout récemment encore MISLAWSKY en a montré la rectitude par des expériences galvanométriques. Il est même étrange que cette théorie n'ait pas été formulée plus tôt, surtout après les expériences de GAD sur l'excitation du bout central des racines antérieures des nerfs spinaux. Dans son article « Rückenmark » dans l'Encyclopédie de EULENBURG (Bd. XVI, p. 673, 1888), GAD fait déjà ressortir que si l'on excite le bout central d'une racine antérieure de la moelle, cette excitation n'est suivie d'aucune contraction et il ajoute : « Ce résultat négatif indique que les prolongements protoplasmatiques des cellules motrices de la corne antérieure, qui doivent à première vue avoir pour fonction d'amener des excitations au corps cellulaire, ne sont pas ouverts pour une onde d'excitation venue en sens contraire, sinon, vu les connexions multiples de ces prolongements protoplasmatiques avec les cellules voisines par l'intermédiaire du réseau de GERLACH, on aurait dû s'attendre à voir survenir des mouvements dans des régions éloignées du corps ». Ce qui fait que ces expériences et ces considérations de GAD n'ont pas conduit à la théorie de la polarisation dynamique, c'est qu'à cette époque, sous l'influence des travaux de GOLGI et de ses élèves, on était porté à refuser aux prolongements protoplasmatiques toute fonction de conduction. C'est ainsi que, en 1890. KÖLLIKER relatant les expériences de GAD conteste la rectitude de la conclusion qu'en a tirée cet auteur; d'après lui ces expériences prouveraient non pas que les prolongements protoplasmatiques conduisent de leurs ramifications terminales vers la cellule d'origine mais qu'elles ne jouissent pas du tout de la conductibilité nerveuse. Quelque temps après nous avons émis la théorie de la conductibilité différente dans les deux espèces de prolongements d'une cellule nerveuse, ignorant complètement à cette époque les expériences et les conclusions de GAD et nous avons appliqué cette théorie non pas seulement aux cellules motrices de la corne antérieure mais à toutes les cellules nerveuses sans distinction aucune.

La plupart des auteurs, à l'exception de CAJAL et de v. LENHOSSEK cependant, semblent ignorer ces données historiques. Nous aimons beaucoup à rendre à chacun ce qui lui revient — *suum cuique* — on ne peut trouver étrange que nous désirons nous voir appliquer le même principe. Voici d'ailleurs, en quelques mots, l'origine de cette théorie. En 1889, dans un travail sur les connexions générales des éléments nerveux, CAJAL exprima, incidemment et sans y attacher la moindre importance, l'idée que le prolongement périphérique des cellules des ganglions spinaux pouvait être considéré comme un prolongement protoplasmatique et cela, parce que, comparé aux cellules bipolaires de la muqueuse olfactive, il représentait l'homologue du prolongement périphérique de ces dernières qui est incontestablement un prolongement protoplasmatique. Cette idée de CAJAL nous avait frappé. Au mois d'avril 1891, dans notre travail sur la moelle épinière et le cervelet, nous avons relevé cette manière de voir du savant espagnol, sans vouloir y adhérer complètement. Nous étions, à cette époque, pénétré de l'idée que le prolongement d'une cellule nerveuse qui devient

le cylindre-axe d'une fibre nerveuse est un prolongement cylindraxile ; aussi ne pouvions-nous nous décider à voir dans le prolongement périphérique des cellules des ganglions spinaux autre chose qu'un prolongement cylindraxile : « L'idée de considérer le prolongement périphérique comme un prolongement protoplasmatique, disions-nous à cette époque, est ingénieuse en ce sens qu'elle lèverait toute difficulté pour établir une différence sinon morphologique au moins fonctionnelle entre les prolongements protoplasmatiques et le prolongement cylindraxile. *Les prolongements protoplasmatiques auraient la conduction cellulipète et serviraient à conduire au corps cellulaire les ébranlements nerveux venus des éléments voisins, et le prolongement cylindraxile aurait la conduction cellulifuge, servant à mettre l'élément nerveux dont il provient en rapport avec d'autres.* Outre les prolongements protoplasmatiques le corps cellulaire lui-même peut recevoir directement l'ébranlement nerveux par des branches collatérales et terminales d'un prolongement cylindraxile. » Formulée pour *la première fois*, dans ces termes, au mois d'avril 1891, la théorie de la polarisation dynamique des éléments nerveux a gagné, d'année en année, de nouveaux partisans.

A l'époque de la publication de ce travail (Avril 1891), Cajal, dans aucune de ses nombreuses publications, n'avait encore fait allusion à la théorie de la polarisation dynamique. Ce qui semble même prouver que cette théorie n'avait pas encore pris racine dans son esprit c'est que dans son travail important sur la structure de l'écorce cérébrale, parvenu à la Rédaction de la La Cellule le 25 Mai 1891, loin de parler de conductibilité différente dans les deux espèces de prolongements, il accepte, comme résultat de toutes ses recherches antérieures, que les cellules nerveuses peuvent se transmettre l'ébranlement nerveux *par leurs prolongements protoplasmatiques.* « Dans nos travaux antérieurs, dit-il (La Cellule. 1891, p. 140), nous avons considéré les branches protoplasmatiques des cellules nerveuses... comme des dispositions permettant d'établir, par des contacts multiples, des communications de l'action nerveuse soit entre les cellules voisines, soit entre des éléments lointains. » *Les prolongements protoplasmatiques devaient donc conduire, à son avis, dans les deux sens.*

Deux mois après notre travail, dans un mémoire lu au Congrès de médecine de Valence, le 24 juin 1891, Cajal a défendu notre manière de voir dans des termes un peu différents. Il a donné à notre théorie le nom de *théorie de la polarisation dynamique des éléments nerveux;* les prolongements protoplasmatiques constituent un *appareil de perception* des ébranlements nerveux tandis que le prolongement cylindraxile constitue un *appareil d'application.* Ce mémoire n'a été publié qu'à la fin du mois de décembre 1891, ainsi que l'atteste une lettre de Cajal datée du 15 novembre et dans laquelle il nous dit : « Dans ce travail je tache de démontrer, avec quelques schémas de la rétine, du bulbe olfactif, du lobe optique, des voies pyramidales, etc. que l'ébranlement nerveux est toujours reçu par l'arborisation protoplasmatique et le corps cellulaire et appliqué par la ramification variqueuse terminale du cylindre-axe. *C'est la même opinion que vous indiquez dans une note de votre monographie* sur le cervelet et la moelle, seulement moi je suis beaucoup plus affirmatif que vous, puisque la difficulté des cellules unipolaires des ganglions ne doit pas nous retenir : dans ces cellules il n'existe pas de différenciation dans les prolongements. La doctrine de la polarité dynamique des éléments nerveux doit seulement s'appliquer aux corpuscules pluripolaires, pourvus d'expansions protoplasmatiques et nerveuses. Les

ganglions rachidiens représentent probablement des amas de cellules non différenciées comparables en tous points aux cellules du système ganglionnaire des invertébrés ». Dans ce même mémoire publié au mois de décembre 1891, et dans lequel CAJAL expose, pour *la première fois*, ce qu'il appelle la théorie de la polarisation dynamique, notre savant collègue et ami signale d'ailleurs, en toute justice, notre manière de voir.

CAJAL n'était donc, en 1891, plus affirmatif que nous que parce qu'il écartait de son chemin des cellules qui, au premier abord, semblaient se dresser devant la théorie comme une objection irréfutable. Il semble même qu'à cette époque CAJAL avait quelque peu oublié lui-même que deux années auparavant il avait considéré le prolongement périphérique des cellules des ganglions spinaux comme un prolongement protoplasmatique, puisque, dans sa lettre et dans son travail publié au mois de décembre 1891, il considère les cellules des ganglions spinaux comme pourvus de prolongements non différenciés.

Dans toutes nos publications ultérieures nous avons fait ressortir le bien fondé de notre théorie, nous l'avons appliquée à toutes les cellules nerveuses, *sans distinction aucune*, aux cellules des ganglions cérébro-spinaux aussi bien qu'aux cellules sympathiques, et plus d'une fois même nous avons dû la défendre contre RAMON Y CAJAL lui-même qui admettait, pour certaines cellules nerveuses, la transmission de l'ébranlement nerveux par les seuls prolongements protoplasmatiques.

D'ailleurs, dans son travail sur « la rétine des Vertébrés » CAJAL reconnait, ce qu'il n'a jamais contesté du reste, que la théorie de la conductibilité différente dans les deux espèces de prolongements a d'abord été émise par nous. Il dit, en effet, en parlant du sens de la conduction dans les différents éléments constitutifs de la rétine : « c'est là la confirmation de la polarité dynamique des corpuscules nerveux imaginée par VAN GEHUCHTEN et par nous ». Ces citations prouvent à l'évidence que la théorie de la polarisation dynamique des éléments nerveux a été mise en avant par nous, *huit mois* avant la *publication du travail* de CAJAL. Dès le premier jour nous l'avons appliquée à toutes les cellules nerveuses y compris les cellules des ganglions spinaux, convaincu à cette époque et plus encore actuellement que si l'on peut trouver une seule espèce de cellules nerveuses à laquelle la théorie ne pourrait pas s'appliquer, il faudrait la déclarer fausse et l'abandonner complètement.

Nous avons vu, dans la dernière leçon, les caractères distinctifs que présentent les prolongements protoplasmatiques et le prolongement cylindraxile quand on étudie les éléments nerveux sur des préparations obtenues avec la méthode de GOLGI. Vous en avez conclu peut-être que la distinction morphologique qui sépare ces prolongements les uns des autres était nettement tranchée. En réalité elle est telle, que, dans l'immense majorité des cas, il est de la plus grande facilité de distinguer le prolongement cylindraxile des autres. Il y a cependant des éléments nerveux dont les prolongements protoplasmatiques perdent leurs caractères distinctifs pour en prendre d'autres qui les rapprochent des prolongements cylindraxiles. Ainsi, dans les lobes optiques des oiseaux,

il existe une zone profonde de cellules volumineuses pourvues d'un prolongement interne qui est le prolongement cylindraxile et de plusieurs prolongements externes qui sont de nature protoplasmatique. Ces derniers sont excessivement longs, il traversent toute l'épaisseur du toit optique pour venir se terminer par de nombreuses ramifications dans les couches les plus superficielles du lobe. Ces prolongements protoplasmatiques prennent les contours lisses et réguliers d'un prolongement cylindraxile. Un exemple plus frappant encore se trouve dans les cellules des ganglions

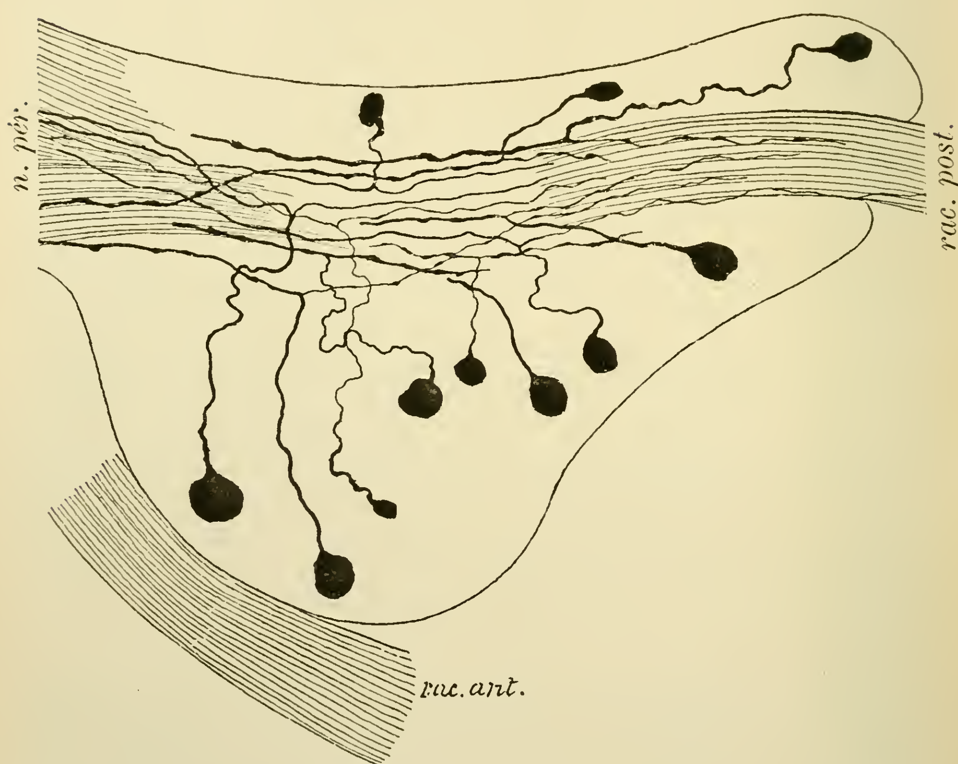


Fig. **153.**

Ganglion spinal d'une souris blanche nouveau-née.

rac. post. : Racine postérieure.
rac. ant. : Racine antérieure.
n. pér. : Nerf périphérique.

cérébro-spinaux. Nous avons déjà vu que, chez la plupart des vertébrés, les cellules des ganglions cérébro-spinaux, examinées chez l'adulte, sont pourvues d'un seul prolongement; celui-ci, à une distance variable de la cellule d'origine, se bifurque, comme Ranvier l'a observé le premier, et

donne naissance à un prolongement central et à un prolongement périphérique, FIG. 153.

Ces cellules, avons-nous dit, ne sont unipolaires qu'en apparence. Ce sont de véritables cellules bipolaires, dont les deux prolongements, primitivement indépendants, se sont rapprochés l'un de l'autre à la suite d'un développement particulier du corps cellulaire sur lequel nous reviendrons plus tard.

Cette interprétation se justifie par les considérations suivantes : dans le cours du développement, ces cellules commencent par être bipolaires, puis se transforment insensiblement en cellules unipolaires, FIG. 154 ; chez un grand nombre de poissons, elles conservent, même chez l'adulte, la forme bipolaire ; enfin chez les animaux inférieurs, les homologues des cellules des ganglions cérébro-spinaux sont également des cellules bipolaires, FIG. 155, ainsi que v. LENHOSSEK l'a découvert chez le lombric, et que RETZIUS l'a confirmé chez le lombric et décrit le premier chez les vers polychètes et chez les mollusques.



FIG. 154.
Transformation des cellules bipolaires en cellules unipolaires dans le ganglion de GASSER d'un embryon de cobaye.

Chez les mammifères adultes les deux prolongements ne présentent guère de caractères morphologiques nettement distincts, si ce n'est que le prolongement interne est généralement plus grêle que l'externe, FIG. 156 : tous deux d'ailleurs deviennent le cylindre-axe d'une fibre nerveuse. Ils devraient par conséquent être considérés tous deux aussi comme des prolongements cylindraxiles. Nous trouverions ainsi, dans les cellules des ganglions cérébro-spinaux, un exemple remarquable d'éléments nerveux pourvus de deux prolongements cylindraxiles et dépourvus complètement de prolongements protoplasmatiques. Or cela n'est pas. L'étude comparée des différents neurones sensitifs périphériques, sur laquelle nous reviendrons plus tard, prouve que le prolongement périphérique des cellules constitutives des

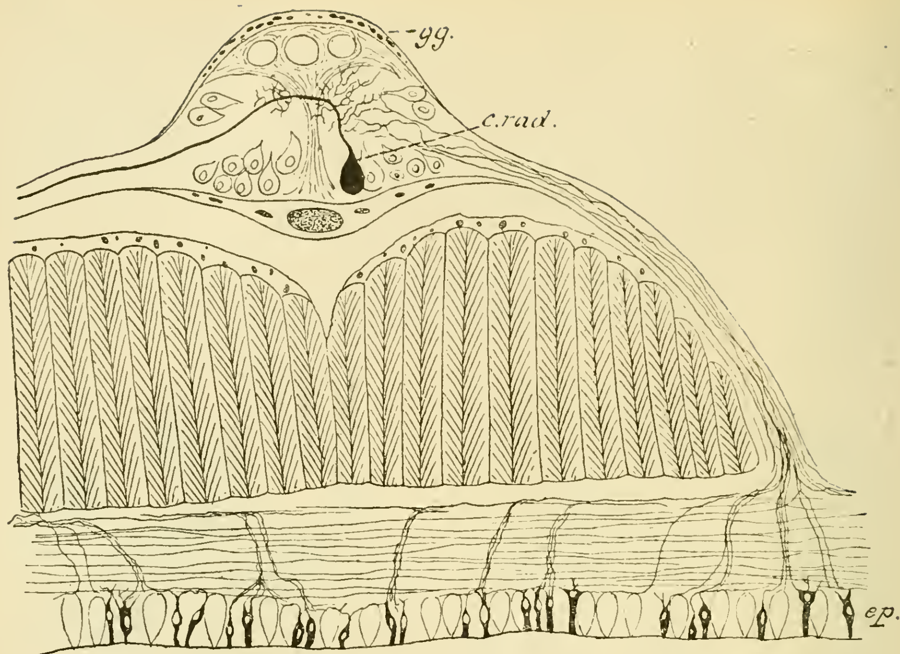


Fig. 155.
Origine des fibres nerveuses sensitives dans des cellules bipolaires de l'épiderme chez le lombric (d'après v. Lenhossek).



Fig. 156.
Deux cellules du ganglion plexiforme d'un chat nouveau-né.
pr. p. : Prolongement protoplasmatique.
pr. c. : Prolongement cylindraxile.

ganglions cérébro-spinaux doit être considéré, sinon morphologiquement, au moins fonctionnellement, comme un prolongement protoplasmatique, ainsi que nous croyons l'avoir démontré avec Ramon y Cajal.

Par le fait même disparaît toute distinction morphologique entre un prolongement cylindraxile et un prolongement protoplasmatique, puisque un prolongement protoplasmatique excessivement long peut prendre tous les caractères d'un prolongement cylindraxile, et devenir, comme ce dernier, cylindre-axe d'une fibre nerveuse.

C'est pour ce motif que nous avons proposé d'établir entre les

prolongements d'une cellule nerveuse une distinction basée exclusivement sur *le sens suivant lequel ils conduisent l'ébranlement nerveux*, sans tenir compte en aucune façon de leurs caractères morphologiques. Toute cellule nerveuse serait pourvue de deux espèces de prolongements : des *prolongements à conduction cellulipète* et des *prolongements à conduction cellulifuge*. On peut cependant, si l'on veut, maintenir les expressions de prolongements protoplasmatiques et de prolongements cylindraxiles introduites par Deiters et qui ont reçu partout droit de cité, à la condition de leur donner une nouvelle définition et de dire : les prolongements protoplasmatiques d'une cellule nerveuse sont tous les prolongements à conduction cellulipète ; les prolongements cylindraxiles sont ceux qui jouissent de la conduction cellulifuge. C'est dans ce sens nettement limité que nous emploierons dans la suite les expressions de prolongements protoplasmatiques et de prolongements cylindraxiles. De cette façon nous faisons rentrer les prolongements périphériques des cellules profondes du toit optique des oiseaux et les prolongements périphériques des cellules des ganglions cérébro-spinaux dans le groupe des prolongements protoplasmatiques auquel ils appartiennent en réalité.

Il est bien entendu que si nous parlons de *caractères morphologiques différents* pour les prolongements protoplasmatiques et cylindraxiles, nous ne tenons compte, *pour le moment,* que des résultats donnés par la méthode de Golgi. Cette méthode ne fournit aucun renseignement sur l'organisation interne de ces deux espèces de prolongements, elle ne met en relief que la *forme extérieure* de ces prolongements; c'est uniquement de cette forme extérieure que nous parlons quand nous disons que, dans certains cas, les prolongements protoplasmatiques peuvent prendre les caractères morphologiques de prolongements cylindraxiles.

La théorie de la conductibilité différente dans les deux espèces de prolongements qui dépendent d'une cellule nerveuse ne doit cependant pas être appliquée, dans toute sa rigueur, *à toute l'étendue* des prolongements protoplasmatiques. Dire d'une manière absolue : les prolongements protoplasmatiques possèdent la conduction cellulipète, ils ne conduisent et ne peuvent conduire l'ébranlement nerveux, sur *toute leur longueur*, que dans un sens bien déterminé : depuis leurs ramifications terminales jusqu'au corps cellulaire dont ils dépendent, serait en opposition manifeste avec de nombreux faits d'observation. Nous avons vu que, pour un certain nombre de cellules nerveuses, le prolongement cylindraxile ne naît pas

toujours directement du corps cellulaire mais provient d'un gros tronc protoplasmatique à une distance plus ou moins grande de la cellule d'origine. Il en est ainsi notamment pour les cellules du toit optique des oiseaux, FIG. 157, et des poissons, pour certaines cellules mitrales du bulbe olfactif, pour le plus grand nombre des cellules nerveuses du névraxe chez les vertébrés inférieurs en particulier chez la salamandre, etc. Si, ce qui nous paraît indiscutable, le corps cellulaire est le véritable centre fonctionnel du neurone, c'est-à-dire l'endroit où aboutissent les ébranlements nerveux cellulipètes pour être réfléchis ou transformés en ébranlements cellulifuges, il faudrait admettre, pour pouvoir maintenir la théorie, que la partie du prolongement protoplasmatique comprise entre le corps de la cellule et le point d'origine de l'axone jouit à la fois de la conductibilité cellulipète et de la conductibilité cellulifuge et représente par conséquent à la fois un prolongement protoplasmatique et un prolongement cylindraxile. Ce serait là pousser l'amour de la théorie au-delà des bornes scientifiques permises. Toute théorie doit s'accommoder avec les faits et non pas les faits avec la théorie.

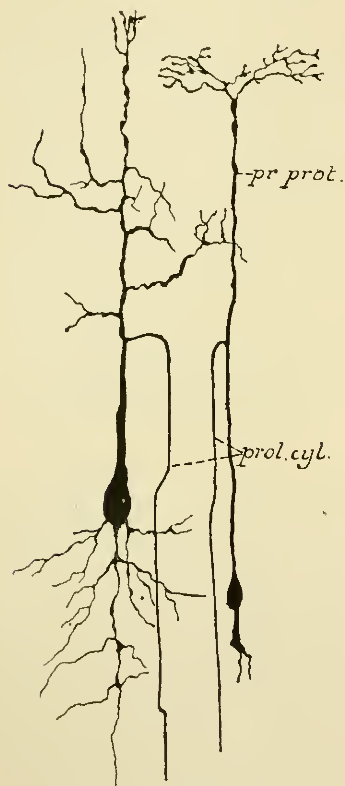


FIG. 157.
Cellules nerveuses du lobe optique d'un embryon de poulet.
Le prolongement cylindraxile naît d'un prolongement protoplasmatique à une distance considérable de la cellule d'origine.

Cette *conductibilité indifférente* nous devons cependant l'admettre pour le corps cellulaire. Il serait, en effet, difficile de couper ce corps cellulaire en deux et d'indiquer l'endroit précis où cesse la conductibité cellulipète et où commence la conductibilité cellulifuge. D'ailleurs les ébranlements amenés par les divers prolongements protoplasmatiques doivent, en fait, pour arriver jusqu'au prolongement cylindraxile, traverser le corps cellulaire dans tous les sens. Mais que faut-il entendre par *corps cellulaire* ? Uniquement la masse de protoplasme qui entoure le noyau, ou bien, outre cette masse centrale, encore une partie plus ou moins grande des prolongements protoplasmatiques? Les cellules imprégnées

par le chromate d'argent ne peuvent guère servir pour résoudre cette difficulté puisqu'elles ne montrent aucune différence de structure entre le corps cellulaire et les prolongements qui en dépendent. Dire que le corps cellulaire finit là où naît le prolongement cylindraxile serait une solution arbitraire, uniquement donnée pour sauver la théorie.

Nous verrons, dans notre prochaine leçon, en étudiant l'organisation interne des neurones par la *méthode de Nissl*, que le protoplasme des cellules nerveuses est formé de deux parties nettement distinctes, FIG. 159 : une partie qui fixe le bleu de méthylène et qui se présente sous les formes les plus diverses : blocs irréguliers plus ou moins volumineux, bâtonnets fusiformes, grains, réseau, etc. et une partie qui ne fixe pas le bleu de méthylène. Pour ne rien préjuger de leur nature, NISSL a donné à ces deux parties, nettement distinctes par la façon dont elles se comportent vis-à-vis du bleu de méthylène, les noms de *substance chromatique* et *substance achromatique*. Avec NISSL, LUGARO et CAJAL nous croyons que la substance qui fixe le bleu de méthylène est une matière de réserve destinée à subvenir à la nutrition de l'élément nerveux correspondant, tandis que la substance achromatique, formée des fibrilles interposées, représente la véritable substance active du protoplasme cellulaire, la substance de conduction des éléments nerveux, l'homologue du reticulum plastinien de CARNOY de toutes les autres cellules. Ce qui donne à cette manière de voir un appui considérable, c'est que le prolongement cylindraxile, l'élément conducteur par excellence, est formé uniquement, dans toute sa longueur, de substance achromatique. Comment sont constitués maintenant les prolongements protoplasmatiques? Les branches protoplasmatiques grêles qui naissent directement du corps cellulaire sont dépourvues de substance chromatique, il en est de même des branches grêles secondaires ou tertiaires qui proviennent des gros troncs protoplasmatiques, mais les *gros troncs eux-mêmes présentent la même structure que le corps cellulaire*, ils sont formés à la fois et de substance chromatique et de substance achromatique.

Avec la méthode de NISSL nous poussons donc l'analyse plus loin qu'avec la méthode de GOLGI. Cette méthode nous permet de diviser le neurone en deux parties nettement distinctes : l'une est formée à la fois de substance chromatique et de substance achromatique : c'est *la masse de protoplasme englobant le noyau avec la partie voisine des gros troncs protoplasmatiques*. Tout cela représente pour nous le véritable *corps cellulaire* du neurone. La conductibilité doit y être indifférente et se faire dans

tous les sens, puisque le corps cellulaire est parcouru par des ébranlements nerveux allant dans tous les sens, rayonnant des divers prolongements protoplasmatiques vers le prolongement cylindraxile. La seconde partie du neurone est formée par le prolongement cylindraxile et par tous les prolongements protoplasmatiques grêles. Pour cette partie là, le sens de la conductibilité varie : le prolongement cylindraxile possède la conduction cellulifuge et les prolongements protoplasmatiques la conduction cellulipète.

Nous avons reproduit, dans la FIG. 158, une cellule de la corne antérieure de la moelle dorsale d'un enfant né à 7 mois et imprégnée

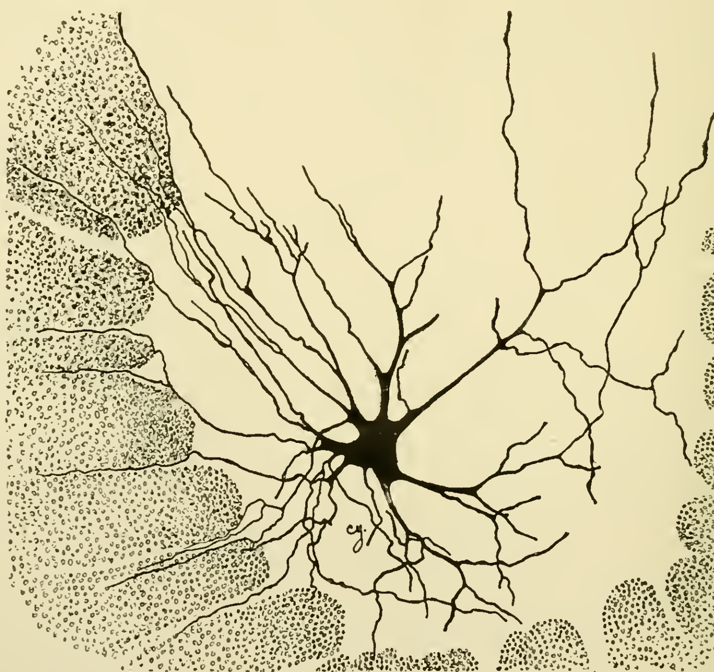


FIG. 158.
Cellule de la corne antérieure de la moelle dorsale d'un enfant né à 7 mois.

par le chromate d'argent jusque dans ses moindres prolongements. La FIG. 159 reproduit deux cellules de la corne antérieure de la même moelle dorsale colorées par la méthode de NISSL. Toute la partie du neurone colorée dans cette dernière figure représente, pour nous, le corps cellulaire doué de conductibilité indifférente; les prolongements surnuméraires de la FIG. 158 représentent les dendrites jouissant de la conductibilité cellulipète.

L'objection que nous avons formulée plus haut contre la théorie de

la polarisation dynamique ne tient donc pas debout, puisque le tronçon de protoplasme compris entre la masse de protoplasme qui entoure le noyau et le point d'origine de l'axone appartient au corps cellulaire et possède la conductibilité indifférente.

Vous voyez qu'au fur et à mesure que nos procédés techniques se

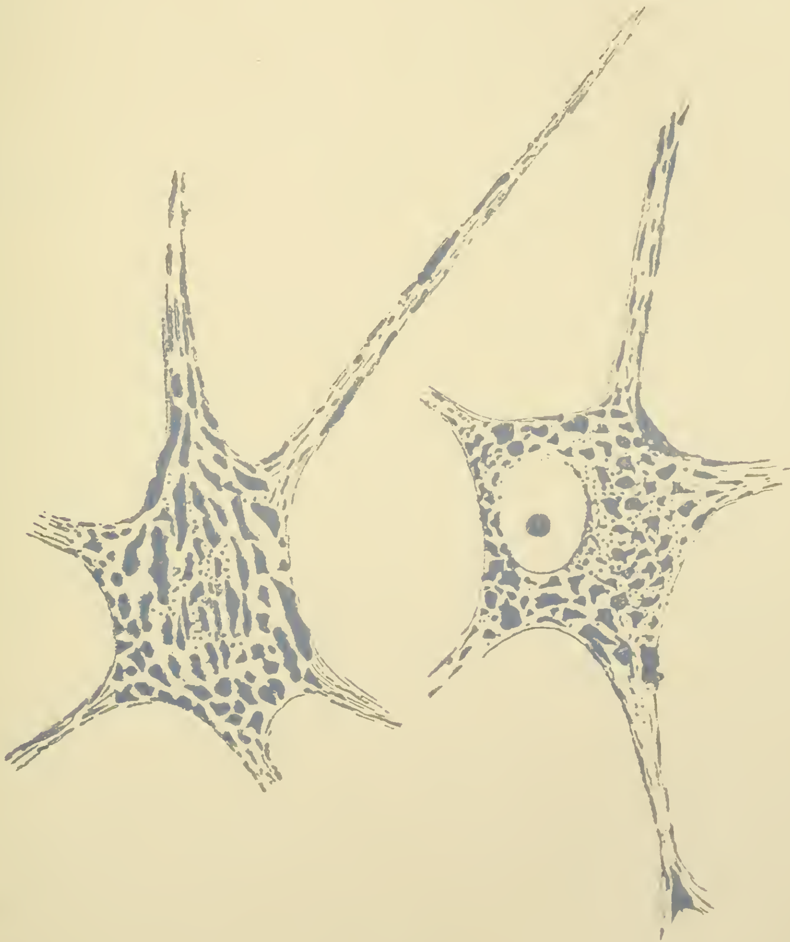


Fig. **159**.

Deux cellules de la corne antérieure de la moelle dorsale d'un enfant né à 7 mois. (méthode de Nissl).

perfectionnent, l'analyse des éléments nerveux est poussée jusque dans ses plus petits détails. Quand, à la suite de Cajal, nous avons défendu l'idée que le prolongement périphérique des cellules des ganglions cérébro-spinaux pouvait être considéré comme un prolongement protoplasmatique, beaucoup d'auteurs se sont récriés devant la hardiesse de

cette conception : c'était là renverser toutes les idées reçues, c'était là forcer les faits à s'adapter à la théorie ; le prolongement périphérique devenant le cylindre-axe d'une fibre nerveuse était un prolongement cylindraxile. Et voilà qu'avec la méthode de Nissl on prouve que la substance achromatique, qui forme à elle seule le prolongement cylindraxile, forme aussi à elle seule tous les prolongements grêles qui proviennent du corps cellulaire. Il y aurait donc lieu de diviser les prolongements d'un neurone, non plus en prolongements protoplasmatiques et prolongements cylindraxiles, mais en *prolongements chromatiques* et en *prolongements achromatiques*. Les prolongements chromatiques font partie intégrante du corps cellulaire ; les prolongements achromatiques comprennent l'axone ou le *prolongement cellulifuge* et les ramifications grêles du corps cellulaire, les *dendrites* ou les *prolongements cellulipètes*.

L'indépendance des neurones a fait naître, dans ces dernières années, un certain nombre de théories sur le mode de fonctionnement des éléments nerveux des centres. Ces théories sont des pures conceptions de l'esprit, des hypothèses dans le sens le plus absolu du mot, dépourvues encore, à nos yeux, de toute base scientifique sérieuse. Je crois cependant qu'il est de mon devoir de vous les faire connaître, parce qu'elles tendent à prouver que la conception de l'indépendance des neurones sera fructueuse dans ses résultats puisqu'on tâche de résoudre, grâce à elle, des problèmes qui, avec les anastomoses admises pour le réseau de Gerlach ou le réseau de Golgi, paraissaient insolubles.

La première théorie en date est celle émise indépendamment l'un de l'autre par Rabl-Ruckhard, Lépine et Mathias Duval.

Se basant sur une observation de Wiedersheim, d'après laquelle les cellules nerveuses présentent, chez certains animaux inférieurs transparents (Leptodora hyalina), des mouvements amiboïdes et sur ce fait que le prolongement périphérique des cellules nerveuses bipolaires de la muqueuse olfactive se termine par un ou plusieurs cils présentant des mouvements ondulatoires, Math. Duval a émis l'hypothèse que les ramifications terminales des prolongements cylindraxiles de toutes les cellules nerveuses seraient douées également de mouvements amiboïdes. Grâce à ces mouvements, ces ramifications terminales pourraient, à certains moments et sous certaines influences, se rétracter et, par là, suspendre toute activité cérébrale ; à d'autres moments ou sous d'autres influences elles pourraient s'allonger, rendre ainsi les contacts entre neurones distincts plus intimes et plus nombreux et, par là, stimuler, augmenter et développer les fonctions

cérébrales. « Nous pouvons penser, dit-il, que non seulement les connexions des cellules nerveuses, dans les centres, sont de pure contiguïté, mais encore que cette contiguïté peut être d'un moment à l'autre plus intime. On conçoit qu'ainsi l'imagination, la mémoire, l'association des idées deviennent plus actives sous l'influence de divers agents (thé, café), qui auraient sans doute pour action d'exciter l'amœboïsme des extrémités nerveuses en contiguïté, de rapprocher ces ramifications, de faciliter les passages ». A l'aide de cette hypothèse, Duval construit ce qu'il appelle la *théorie histologique du sommeil.* « Chez l'homme qui dort, les ramifications cérébrales du neurone sensitif central sont rétractées, comme le sont les pseudopodes d'un leucocyte anesthésié, sous le microscope, par l'absence d'oxygène et l'excès d'acide carbonique. Les excitations faibles portées sur les nerfs sensibles provoquent, chez l'homme endormi, des réactions réflexes, mais ne passent pas dans les cellules de l'écorce cérébrale ; des excitations plus fortes amènent l'allongement des ramifications cérébrales du neurone sensitif, par suite le passage jusque dans les cellules de l'écorce et par suite le réveil, dont les phases successives traduisent bien ces rétablissements d'une série de passages précédemment interrompus par rétraction et éloignement des ramifications pseudopodiques ». Duval expliquerait même, par la rétraction des pseudopodes nerveux à la suite d'excitations violentes, anormales, les anesthésies et les paralysies hystériques.

A la suite de cette communication de Duval, Lépine a fait remarquer que dans la relation d'un cas d'hystérie à forme particulière faite par lui au mois d'août 1894, il avait déjà émis l'hypothèse que les anesthésies sensorielles et sensitives, ainsi que les paralysies motrices chez les hystériques résulteraient du *défaut de contiguïté parfaite entre les ramifications des cellules.* Le malade qu'il a observé passait sans cesse et d'une *manière instantanée* de la surdité la plus complète et la plus absolue à l'état normal dans lequel il percevait facilement les bruits légers. Il expliquait ces alternatives par la non-contiguïté ou la contiguïté des prolongements cellulaires, l'*attention* du malade suffisant à elle seule à rétablir les contacts, par éréthisme des prolongements cellulaires. Le *sommeil naturel* pourrait, d'après lui, être causé par le retrait des prolongements des cellules du sensorium amenant l'isolement des neurones. Ainsi s'expliquerait la soudaineté extraordinaire avec laquelle nous passons de l'état de veille à l'état de sommeil. Le rétablissement des prolongements serait dû à des modifications chimiques du protoplasme cellulaire.

Il y a entre ces hypothèses de Duval et de Lépine une différence assez

importante et sur laquelle Duval n'a guère insisté, c'est que, d'après Lépine, — au moins si nous avons bien saisi le sens qu'il attribue aux mots *ramifications des cellules* — tout se passerait dans les prolongements *protoplasmatiques* des *cellules nerveuses de l'écorce cérébrale*, tandis que pour Duval le rôle principal, dans la suspension et le rétablissement des contacts, reviendrait aux prolongements *cylindraxiles* des cellules de la voie sensitive centrale.

Ainsi que le remarque Kölliker, l'hypothèse de Duval a déjà été émise, en 1890, par Rabl-Ruckhard sous une forme légèrement différente.

Kölliker s'est élevé contre ces diverses hypothèses et cela en s'appuyant sur ces faits d'observation, c'est que le cylindre-axe d'une fibre nerveuse n'est pas contractile, c'est que les ramifications terminales des fibres nerveuses observées dans des parties transparentes d'animaux vivants ne présentent pas de mouvements, c'est que le cylindre-axe n'est pas formé de protoplasme non différencié, mais présente une structure fibrillaire. D'ailleurs, il résulte de tous les faits connus, que les fonctions psychiques sont liées aux cellules nerveuses elles-mêmes et non pas à leurs prolongements protoplasmatiques ou cylindraxiles.

Cajal a combattu également la théorie histologique du sommeil de Duval en s'appuyant sur les objections formulées par Kölliker et sur les considérations suivantes : les ramifications cylindraxiles terminales du cervelet, du bulbe, des noyaux acoustiques, du lobe optique montrent toujours le même degré de développement, le même mode de connexion avec les cellules voisines, qu'on les observe sur des animaux tués soit par le chloroforme, soit par hémorrhagie, soit par empoisonnement. De plus, les ramifications cylindraxiles terminales des cellules de la rétine et du lobe optique des reptiles et des batraciens se présentent toujours sous le même aspect, que ces organes aient été, au moment de la mort, longtemps au repos (mort après un séjour prolongé dans l'obscurité) ou bien qu'ils se soient trouvés en activité (mort après une exposition au soleil de plusieurs heures.

Nous tenons à faire remarquer, sans vouloir prendre position dans le débat, que ces diverses objections de Kölliker et de Cajal combattent la théorie de Duval admettant des mouvements amiboïdes pour les ramifications terminales des prolongements cylindraxiles, mais qu'elles ne combattent pas la théorie d'après laquelle les mouvements amiboïdes résideraient dans les ramifications terminales des prolongements protoplasmatiques.

Les expériences de Cajal sur la rétine et les lobes optiques des reptiles et des batraciens tendent à prouver, il est vrai, que les prolongements

protoplasmatiques des cellules nerveuses présentent toujours la même disposition constante, que ces cellules aient été maintenues pendant des mois dans le repos le plus absolu ou bien que ces cellules aient fonctionné régulièrement jusqu'au moment de la mort.

Mais ces expériences et ces conclusions sont en opposition manifeste avec des expériences toutes récentes et du même ordre faites par Ed. Pergens dans le laboratiore de Heger. Pergens a opéré sur des poissons *(Leuciscus rutilus)*. Il a maintenu un premier lot de poissons pendant 48 heures dans l'obscurité la plus complète pendant qu'un deuxième lot restait à la lumière ordinaire du jour. Les poissons ont été décapités et les têtes placées pendant 24 heures dans une solution d'acide azotique de 5 à 10 %, les unes à la lumière, les autres à l'obscurité. A partir de ce moment, les rétines de tous les poissons ont été soumis aux mêmes réactifs. Pergens a observé une contraction des cônes et des bâtonnets déjà signalée, en 1885, par Gradenigo, et, en 1887, par Van Genderen Stort. Cette contraction peut aller, dans les limites extrêmes, de 40 μ à 6 μ. De plus, Pergens a constaté une rétraction des cellules de la couche ganglionnaire : sous l'influence de la lumière le protoplasme devient moins volumineux, les prolongements deviennent plus courts, plus épais et plus rares.

Ces faits tendraient donc à prouver que le fonctionnement d'une cellule nerveuse s'accompagne d'une rétraction de son corps cellulaire et d'un raccourcissement de ses prolongements protoplasmatiques. Au point de vue de la théorie de Lépine et de Duval, ce raccourcissement, loin de rendre les contacts plus intimes et plus nombreux, aurait un effet tout-à-fait opposé : il isolerait les uns des autres les différents neurones visuels.

D'après les recherches de Vas et de Mann cependant, l'activité des cellules nerveuses serait accompagnée d'un agrandissement de la masse protoplasmatique.

Lugaro, ayant comparé entre elles les cellules d'un ganglion sympathique au repos et celles d'un autre ganglion soumis pendant plusieurs heures à un faible courant faradique, a constaté, contrairement aux conclusions de Pergens, que l'activité d'une cellule nerveuse est accompagnée d'une turgescence du protoplasme cellulaire. Il en conclut que cette même turgescence doit se produire dans les prolongements protoplasmatiques dont la structure offre tant d'analogie avec celle du corps cellulaire et, par conséquent, aussi dans les ramifications terminales de ces mêmes prolongements, de même qu'elle se produira aussi dans les

ramifications terminales du prolongement cylindraxile. Cette turgescence survenue dans les ramifications terminales des prolongements protoplasmatiques et cylindraxiles rend plus intime le contact entre les différents neurones, condition *sine qua non* de l'activité psychique. Dès que les cellules cessent de fonctionner, cette turgescence disparaît, entraînant à sa suite la suspension ou l'affaiblissement des contacts et par là même la suspension de l'activité psychique.

Lugaro admet donc l'idée de Duval, d'après laquelle les modifications que les phénomènes psychiques produisent dans les éléments nerveux sont accompagnées de modifications dans les connexions existant entre ces mêmes éléments; mais, tandis que pour Duval ces modifications dans les connexions sont dues à des mouvements amoeboïdes, Lugaro les attribue à un accroissement des prolongements des cellules nerveuses dû à la turgescence.

Après avoir constaté que, dans l'immense majorité des cas, les connexions entre neurones distincts s'établissent par contact, ou, pour nous servir des termes de l'auteur, par des appuis adhésifs ou par de simples accolements, Renaut se pose la question : comment peut-on se figurer que puisse varier l'*articulation par appuis adhésifs*? En examinant des préparations de rétine traitées par le bleu de méthylène, Renaut a constaté que les prolongements protoplasmatiques des cellules nerveuses présentent une apparence perlée. C'est au niveau de ces boules colorées que se feraient les appuis des prolongements protoplasmatiques les uns sur les autres, que s'effectuerait le plus largement l'*articulation par contact*.

Chaque grain perlé répond à un renflement vacuolaire du filament protoplasmique; ces grains perlés ou ces varicosités, observées par presque tous les auteurs qui ont travaillé avec la méthode de Ehrlich ou avec la méthode de Golgi, ont été considérées jusqu'ici comme des productions sans importance.

Renaut au contraire attache à ces vacuoles une importance considérable. Il pense qu'elles ne se produisent que sous l'influence de l'activité directrice de la cellule. Là où elles se produisent, ces vacuoles raccourcissent et tendent les ramuscules; cette tension peut faire et fait même nécessairement varier l'exactitude des contacts. C'est donc grâce à ces vacuoles que les neurones peuvent s'articuler et se désarticuler.

Littérature.

CAJAL : *Sur la structure de l'écorce cérébrale de quelques mammifères.* La Cellule, t. VII, 1892. — RETZIUS : *Die Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde beim Menschen und bei Säugethieren.* Biolog. Unters., Bd. V, 1893. — DOGIEL : *Die Retina der Ganoiden.* Archiv f. mikr. Anat., Bd. XXII, 1883. — *Ueber die Retina des Menschen.* Intern. Monatschr., Bd. I, 1884. — *Ueber das Verhalten der nervösen Elemente in der Retina der Ganoiden, Reptilien, Vögel und Säugethiere.* Anatom. Anz., 1888. — *Ueber die nervösen Elemente in der Netzhaut der Amphibien und Vögel.* Anatom. Anz., 1888. — *Ueber die nervösen Elemente in der Retina des Menschen.* I Mittheilung, Archiv f. mikr. Anat., Bd, XXXVIII, 1891. — II Mittheilung, Ibid., Bd. XXXX, 1892. — *Zur Frage über den Bau der Nervenzellen und über das Verhältnis ihres Achsencylinder-(Nerven-) Fortsatz zu den Protoplasmafortsätzen.* Archiv f. mikr. Anat., Bd. XXXXI, 1893. — *Zur Frage über das Verhalten der Nervenzellen zu einander.* Archiv f. Anat. und Phys., Anat. Abth., 1893. — *Die Ret'na der Vögel.* Archiv f. mikr. Anat., Bd. XLIV, 1895. — *Ein besonderen Typus von Nervenzellen in der mittleren gangliösen Schicht der Vogel-Retina.* Anatomischer Anzeiger, 1895. — RAMON Y CAJAL : *Fstructura de la retina de las aves.* Revista trim. de histologia, 1888. — *Sur la morphologie et la connexion des éléments de la rétine des oiseaux.* Anatomischer Anzeiger, 1889. — *Notas preventivas sobre la retina y gran sempatico de los mamiferos.* Barcelone, 10 Déc 1891. — *La retina de los Teleosteos y alcunas observaciones sobre la de los vertebrados superiores.* Madrid, 1892. — *Nuevo concepto de la Histologia de los centros nerviosos.* 1892. — *La rétine des vertébrés.* La Cellule, t. IX, 1[er] fasc., 1893. — Paquenas centribuciones al conocimiento del sistema nervoso. III. La retina de los bactracios y reptiles. Août 1891. — KALLIUS : *Untersuchungen über die Netzhaut der Säugethiere.* Anatomische Heften, 1894, p. 592. — BOUIN : *Sur les connexions des dendrites des cellules ganglionnaires dans la rétine.* Bibliographie anatomique, 1894, pp. 110-117. — RENAUT : *Sur les cellules nerveuses multipolaires et la théorie du neurone de Waldeyer.* Bulletin de l'Académie de médecine, Paris, 1895. — J. MASIUS : *Etude sur la fine anatomie de la moelle épinière.* Bull. de l'Acad. royale des Sciences de Belgique, 1891, pp. 13-19. — *Recherches sur le système nerveux central.* Archives de Biologie, t. XII, 1892. — L. SALA : *Sulla fina struttura del Torus longitudinalis nel cervello dei teleostei.* Atti della Accad. delle Scienze med. e nat. in Ferrara, 1895. — VAN GEHUCHTEN : *Contribution à l'étude du système nerveux des téléostéens.* La Cellule, t. X. 1893. — *Contribution à l'étude du faisceau de Meynert ou faisceau rétro-réflexe.* Bull. de l'Acad. royale de Méd. de Belgique, 1894. — *Le faisceau longitudinal postérieur.* Ibid., 1895. — *De l'origine du pathétique et de la racine supérieure du trijumeau.* Bull. de l'Acad. royale des Sciences, 1895. — BALLOWITZ : *Die Nervenendigungen der Pigmentzellen.* Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LVI, 1893, pp. 673-706. — *Ueber das Vorkommen echter peripherer Nervenendnetze.* Anatomischer Anzeiger, 1893, pp. 165-169. — EBERTH et BUNGE : *Die nerven der Chromatophoren bei Fischen.* Archiv f. mikr. Anat., Bd. XXXXVI, 1895. — HEYMANS et DEMOOR : *Etude de l'innervation du cœur des vertébrés à l'aide de la méthode de Golgi.* Mémoires couronnés et autres mémoires de l'Acad. royale de méd. de Belgique, 1894. — VAN GEHUCHTEN :

La structure des centres nerveux : la moelle épinière et le cervelet. La Cellule, t. VII, 1er fasc., 1891, p. 101. — CAJAL : *Significacion fisiologica de las expansiones protoplasmaticas y nervosas de las celulas de la substancia gris.* Revista de Ciencias Medicas de Barcelona, nos 22 et 22, 1891. — RETZIUS : *Ueber die neueren Prinzipien in der Lehre von der Einrichtung des sensiblen Nervensystems.* Biolog. Unters., Bd. IV, 1892. — *Zur Kenntniss der ersten Entwickelung der nervösen Elemente im Rückenmarke des Hühnchens.* Biolog. Unters., Bd. V, 1893. — v. LENHOSSEK : *Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen.* 2e Aufl., Berlin, 1895, p. 141. — GAD : *Ueber Nervenzellenfunctionen.* 66 Versamml. deutscher Naturf. und Aerzte in Wien. 24-30 Sept. 1884, Section für Physiologie, Neurol. Centralbl., 1894, p. 745. — RAUBER : *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* Bd. II, 2 Abth. : *Nervenlehre und Sinnesorgane.* Leipzig, 1894, p. 279. — MISLAWSKY : *Sur le rôle physiologique des dendrites.* Comptes-rendus de la Soc. de Biologie, 29 Juin 1895, pp. 488-489. — GAD : Article *Rückenmark* dans Real-Encyclopädie der Heilkunde. Bd. XVI, 1888, p. 673. — KÖLLIKER : *Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystem.* Zweiter Beitrag : *Das Rückenmark.* Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LI, 1890, p. 39. — CAJAL : *Conexion general de los elementos nerviosos.* La medicina practica, Ano II, pp. 341-346, Octobre 1889. — VAN GEHUCHTEN : *La structure des lobes optiques chez l'embryon de poulet.* La Cellule, t. VIII, 1r fasc., 1892 — *Nouvelles recherches sur les ganglions cerébro-spinaux.* La Cellule, t. VIII, 2e fasc., 1892. — *Les cellules nerveuses du sympathique chez quelques mammifères et chez l'homme.* La Cellule, t. VIII, 1r fasc. 1892. — NISSL : *Ueber die sogenannten Granula der Nervenzellen.* Neurolog. Centralbl., 1894. — *Ueber die Nomenclatur in der Nervenzellenanatomie und ihre nächsten Ziele.* Neurolog. Centralbl., 1895. — LUGARO : *Sul valore respettivo della parte cromatica e della acromatica nel citoplasma delle cellule nervose.* Rivista d. Patol. nervosa e mentale, 1896. — CAJAL : *Estructura del protoplasma nervioso.* Revista trimestral micrografica, Vol. I, fasc. 1, Mars 1896. — RABL-RUCKHARD : *Sind die Ganglienzellen amöboid?* Neurolog. Centralbl., no 7, 1890. — MATHIAS DUVAL : *Hypothèses sur la physiologie des centres nerveux : théorie histologique du sommeil.* Comptes-rendus de la Soc. de Biologie, 2 Févr. 1895, pp. 74-77. — LÉPINE : *Un cas d'hystérie à forme particulière.* Revue de Médecine, 1894. — *Théorie mécanique de la paralysie hystérique, du somnambulisme, du sommeil naturel et de la distraction.* Comptes-rendus de la Soc. de Biol., 9 Févr. 1895, pp. 85-86. — MATHIAS DUVAL : *Remarques à propos de la communication de M. Lépine.* Ibid., pp. 86-87. — KÖLLIKER : *Kritik der Hypothesen von Rabl-Rückhard und Duval über amœboide Bewegungen der Neurodendren.* Sitzungsber. der Würzb. Phys.-Medic. Gesellschaft, 9 Mars 1895. — CAJAL : *Algunas conjeturas sobre el mecanismo anatomico de la ideacion, asociacion y atencion.* Revista de Medicina y Cirugia practica, 1895. — ED. PERGENS : *Action de la lumière sur les éléments nerveux de la rétine.* Communication faite par HEGER. Bulletin de l'Acad. royale de médecine de Belgique, T. X, 1896, pp. 167-173. — VAS : *Studien über den Bau des Chromatins in der sympathischen Ganglienzellen.* Arch. f. mikr. Anat., Bd. XL, 1892. — MANN : *Histological changes induced in sympathetic, motor and sensory nerve cells by functional activity.* Journal of Anat. and Phys.. Bd. XXIX. — LUGARO : *Sulle modificazioni delle cellule nervose nei diversi stati funzionali.* Lo sperimentale. Anno XLIX, 1895. — RENAUT : voir le travail cité plus haut.

ONZIÈME LEÇON

Eléments histologiques qui entrent dans la constitution du système nerveux

(Suite)

Origine et développement des éléments nerveux : Cellule germinative. Neuroblaste. Neurone. — Transformation des cellules bipolaires des ganglions cérébro-spinaux en cellules unipolaires. — La cellule nerveuse centre génétique, nutritif et fonctionnel du neurone. — Organisation interne des neurones : Structure du protoplasme cellulaire. — Méthode de Nissl. — Cellules somatochromes et cellules caryochromes. — Division des cellules somatochromes. — Le type moteur de Nissl. — Structure et valeur fonctionnelle de la substance achromatique et de la substance chromatique. — Dégénérescence de Nissl.

Une question qu'il nous reste encore à traiter est celle de l'origine des prolongements d'une cellule nerveuse. D'où viennent les prolongements protoplasmatiques et d'où vient le prolongement cylindraxile? L'étude du mode de développement des cellules nerveuses peut seule répondre à cette double question.

Nous avons vu que, pendant les premiers jours de la vie intra-utérine, tout le système nerveux central et périphérique est réduit au canal neural primitif. Le paroi de ce canal provient de l'ectoderme; elle est constituée tout d'abord par une seule rangée de cellules épithéliales dont la longueur occupe toute l'épaisseur de la paroi.

Le développement de ces cellules épithéliales a été étudié particulièrement par His chez l'embryon humain, par Ramon y Cajal, v. Lenhossek et Retzius chez l'embryon du poulet et tout dernièrement encore par Retzius sur des embryons d'ophidiens.

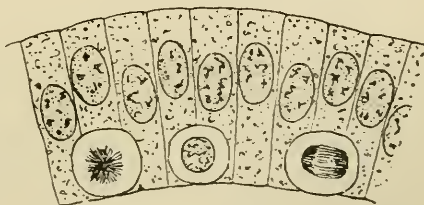


Fig. 160.
Coupe de la paroi du canal neural primitif (d'après His).

Entre les extrémités internes de ces cellules cylindriques se trouvent des

cellules plus petites, sphériques, en voie de division caryocinétique très active, FIG. 160. HIS n'a pu établir exactement l'origine de ces cellules internes. Il leur a donné le nom de *cellules germinatives*. Ces deux espèces de cellules sont, à cette époque, les seuls éléments constitutifs de tout le système nerveux. Elles ont des destinées toutes différentes : les cellules germinatives vont devenir les éléments essentiels du tissu nerveux ou les neurones, tandis que les cellules épithéliales produiront dans la suite

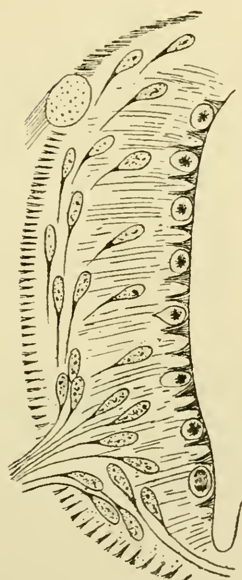


FIG. 161.
Transformation des cellules germinatives en neuroblastes (d'après HIS).

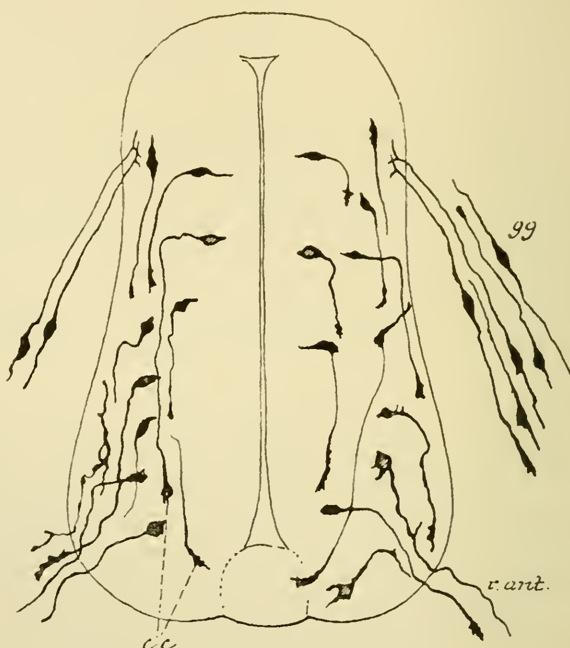


FIG. 162.
Coupe de la moelle d'un poulet au troisième jour d'incubation (d'après RAMON Y CAJAL).

g. g. : Ganglion spinal.
c. c : Cônes de croissance.
r. ant : Racine antérieure.

les éléments constitutifs du tissu de soutien : les cellules épendymaires et les cellules de neuroglie.

Tant que les cellules internes restent sphériques, elles sont aptes à se multiplier par voie de cinèse et elles conservent le nom de cellules germinatives. Mais à un moment donné du développement embryonnaire, moment variable d'ailleurs de cellule à cellule, la multiplication s'arrête, la cellule modifie ses contours ; de sphérique, elle devient pyriforme, FIG. 161. A partir de ce moment, elle n'est plus apte à se diviser, elle

cesse d'être une cellule germinative pour devenir un *neuroblaste*, c'est-à-dire une cellule du système nerveux embryonnaire qui va donner naissance, en se transformant, à un élément nerveux ou à un neurone. La partie effilée de ce neuroblaste va s'allonger de plus en plus et se transformer en prolongement cylindraxile. Ainsi que Ramon y Cajal l'a montré chez l'embryon de poulet, ce prolongement unique porte, à son extrémité libre, une partie épaissie appelée *cône de croissance*, fig. 162 et 163. Par ce cône, ce prolongement s'insinue entre les cellules épithéliales et les neuroblastes qui l'entourent et il s'allonge au fur et à mesure qu'il s'éloigne de sa cellule d'origine jusqu'à ce qu'il ait atteint l'endroit où il doit se terminer : un muscle, quand il s'agit d'un élément nerveux moteur périphérique; une partie quelconque de l'axe cérébro-spinal, quand il s'agit du prolongement d'un élément nerveux central. De ce prolongement cylindraxile partent, chez l'adulte, un grand nombre de branches collatérales; dans le cours du développement chacune de ces collatérales est pourvue également d'un cône de croissance par lequel elle s'insinue entre les éléments nerveux voisins, ainsi que nous avons pu le démontrer d'une façon indiscutable pour toutes les collatérales des fibres de la substance blanche, dans la moelle épinière de jeunes couleuvres *(Tropidonotus natrix)*.

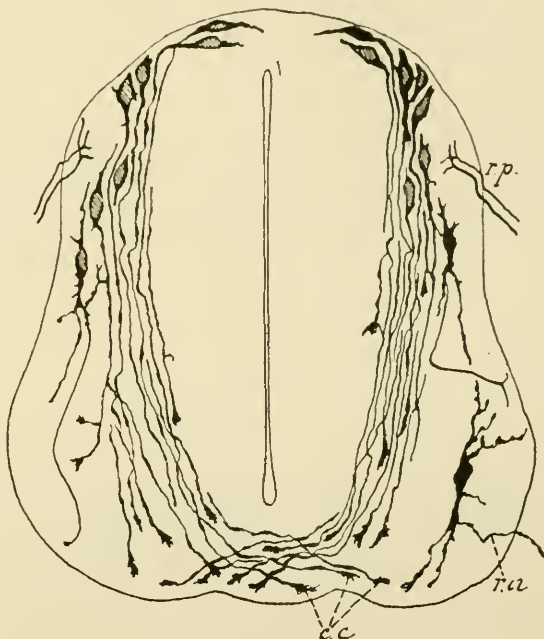


Fig. 163.

Coupe d'une moelle embryonnaire de poulet au quatrième jour d'incubation (d'après Ramon y Cajal).

r. p. : Racine postérieure.
r. a. : Racine antérieure.
c. c. : Cônes de croissance.

Le prolongement unique d'un neuroblaste devient donc le prolongement cylindraxile de l'élément nerveux auquel le neuroblaste va donner naissance; ce prolongement cylindraxile lui-même va devenir le cylindre-axe d'une fibre nerveuse soit périphérique, soit centrale.

Une fibre nerveuse ne peut donc plus être regardée, comme on l'a cru pendant longtemps et comme certains auteurs (Apathy, Dohrn, Paladino) le croient encore actuellement, comme le résultat de la fusion d'un grand nombre de cellules placées bout à bout, dont chacune correspondrait, chez l'adulte, au segment inter-annulaire d'une fibre nerveuse et aurait produit, en se transformant, le cylindre-axe, la gaine de myéline, la membrane de Schwann et le noyau de ce segment inter-annulaire.

La fibre nerveuse ne représente dans sa partie essentielle, le cylindre-axe (et probablement aussi dans sa gaine de myéline), que le prolongement d'une cellule nerveuse.

Ce fait fondamental a été découvert par Bidder et Kupffer en 1857, mais il a fallu les recherches embryologiques de His pour mettre ce fait en pleine lumière. Cette doctrine de Kupffer-His a été acceptée par Vignal en 1883 et a reçu une confirmation pleine et entière par les recherches faites, dans ces dernières années, au moyen de la méthode de Golgi.

Ce prolongement spécial de la cellule nerveuse peut atteindre jusque plus d'un mètre de longueur, puisqu'il y a des fibres nerveuses qui ont leurs cellules placées dans l'écorce cérébrale et qui trouvent leur terminaison dans le cône médullaire, et d'autres qui ont leurs cellules dans le cône médullaire et dont les ramifications terminales s'étendent jusque dans les muscles de la plante des pieds.

On ne connait pas encore l'origine de la gaine de Schwann, qui, entre deux étranglements de Ranvier, enveloppe le cylindre-axe et la gaine de myéline, de même qu'on ignore l'origine du noyau des segments inter-annulaires. Ces parties de la fibre nerveuse proviennent probablement d'un élément étranger au tissu nerveux qui, dans le cours du développement, est venu envelopper le cylindre-axe avec sa gaine de myéline.

En même temps que le prolongement unique du neuroblaste se transforme en prolongement cylindraxile, on voit le corps lui-même du neuroblaste prendre des contours irréguliers : sa surface devient bosselée, puis épineuse; chacune de ces épines va s'allonger à son tour, se diviser et se subdiviser et se transformer enfin en prolongements protoplasmatiques.

C'est là le mode de transformation du neuroblaste soit en un élément nerveux moteur périphérique, soit en un élément nerveux central. Les éléments nerveux sensitifs périphériques ont une origine quelque peu différente de celle que nous venons de décrire.

Nous devons à His cette découverte importante : c'est que les fibres

nerveuses sensitives périphériques des vertébrés n'ont pas leurs cellules d'origine dans l'axe cérébro-spinal, mais proviennent de cellules situées en dehors de cet axe dans les ganglions cérébro-spinaux. Ces cellules elles-mêmes proviennent d'ailleurs de l'ectoderme comme tout le reste du système nerveux. Dans les premiers jours du développement ces cellules sont fusiformes; dans la suite, les deux pôles de chaque cellule s'allongent considérablement : l'un devient le prolongement interne qui pénètre dans l'axe cérébro-spinal où il se termine; l'autre devient le prolongement externe qui se rend vers les parties périphériques du corps et étale ses ramifications terminales dans tous les organes et tous les épithéliums.

Ces cellules, primitivement bipolaires et opposito-polaires chez tous les vertébrés et dans tous les ganglions que l'on trouve sur le trajet des nerfs périphériques, FIG. **164** et **165**, *a*, conservent quelquefois, chez l'adulte, leur forme primitive. Il en est ainsi pour les cellules bipolaires de la muqueuse olfactive dont l'ensemble peut être considéré comme constituant un ganglion olfactif et pour les cellules des divers ganglions qui existent sur le trajet du nerf acoustique, Il en est de même pour les cellules de tous les ganglions cérébro-spinaux de quelques poissons. Dans l'immense majorité des cas cependant, ces cellules bipolaires, dans le cours du développement, se transforment en cellules unipolaires. Cette transformation ne se fait pas, ainsi que nous l'avons crû pendant un certain temps, par la rencontre et la fusion intime, sur une longuenr variable, des deux prolongements primitivement indépendants ; mais elle est due uniquement, ainsi que v. LENHOSSEK et un de nos élèves, I. MARTIN, l'on fait ressortir, à un développement irrégulier du corps de la cellule nerveuse. Cette cellule se développe principalement du côté tourné vers la périphérie du ganglion. Ce développement unilatéral du corps cellulaire a pour conséquence immédiate de transformer la cellule opposito-bipolaire en une cellule gemmipolaire, FIG. **164** et **165**, *b*, c'est-à-dire une cellule dont les deux prolongements indépendants naissent dans le voisinage plus ou moins immédiat

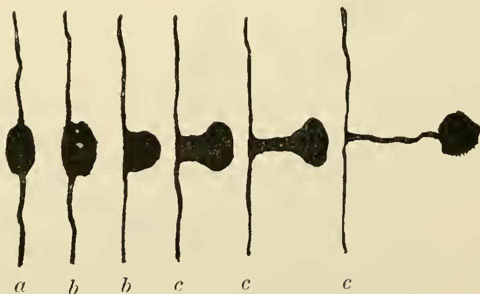


FIG. **164**.

Transformation d'une cellule bipolaire en cellule unipolaire (figure schématique).

a : Cellule opposi'o-bipolaire.
b : Cellule gemmipolaire.
c : Cellule unipolaire.

l'un de l'autre. Ce développement unilatéral du corps cellulaire continuant sa marche, la partie interposée entre le corps et le point d'origine des deux prolongements s'allonge en même temps qu'elle se rétrécit, FIG. 164 et 165, *c*; c'est cette partie étirée du protoplasme cellulaire qui va devenir, en se transformant, le prolongement unique de la cellule nerveuse. Pendant cette transformation d'une cellule bipolaire en une cellule unipolaire, les deux prolongements primitifs restent donc ce qu'ils étaient, c'est-à-dire indépendants l'un de l'autre ; ce qui se modifie c'est le corps de la cellule nerveuse et c'est cette modification du corps cellulaire qui fait que, chez l'adulte, les deux prolongements semblent provenir de la bifurcation d'un prolongement unique. Ils proviennent en réalité, ainsi que le montre le développement embryologique, d'une partie modifiée du protoplasme cellulaire.

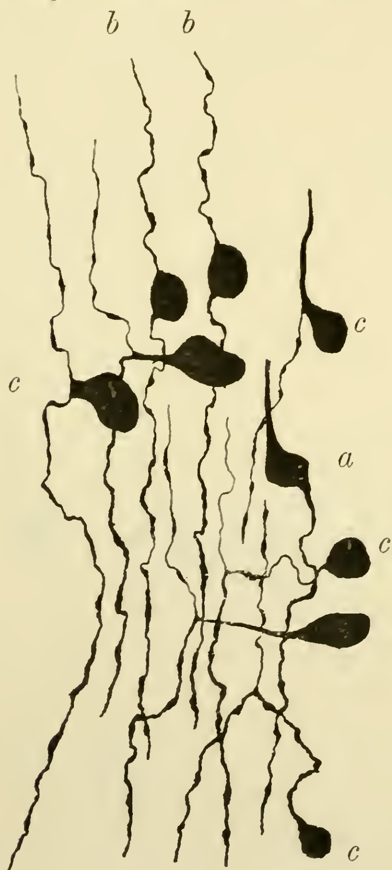


FIG. 165.
Transformation des cellules bipolaires en cellules unipolaires dans le ganglion de GASSER d'un embryon de cobaye.

a : Cellule opposito-bipolaire.
b : Cellule gemmipolaire.
c : Cellule unipolaire.

De cette genèse de toutes les parties de l'élément nerveux aux dépens du neuroblaste primitif, nous pouvons tirer avec HIS cette conclusion importante : toute cellule nerveuse constitue le *centre génétique* de toutes les parties qui dépendent d'un élément nerveux.

On sait depuis longtemps que quand on sépare une fibre nerveuse de sa cellule d'origine, cette fibre dégénère dans son bout périphérique tandis que son bout central reste intact. Ce fait a été mis en lumière pour la première fois, en 1852, par WALLER. La dégénérescence du bout périphérique porte le nom de *dégénérescence Wallérienne*. Cette dégénérescence s'explique aisément, puisque le bout périphérique sectionné ne représente en réalité qu'un morceau du prolongement cylindraxile d'une cellule nerveuse. Séparé de

la cellule qui lui a donné naissance, ce bout de cylindre-axe meurt comme une branche d'arbre sectionnée de son tronc. Le bout central, au contraire, reste en vie, parce qu'il continue à être en relation avec la cellule dont il provient. Et non seulement le bout central reste en vie, mais il s'allonge, il se remet à croître comme le prolongement d'un neuroblaste. On admet généralement aujourd'hui que, si les tissus environnants ne s'opposent pas à sa croissance, ou bien si on favorise la progression des fibres du bout central au moyen d'un drain (un tube d'os décalcifié) comme le recommande Vanlair, le bout central peut reformer, même dans sa totalité, le bout périphérique dégénéré.

La section d'un nerf périphérique est donc suivie inévitablement de la dégénérescence des fibres du bout périphérique. Cette section n'est cependant pas sans retentir d'une manière profonde sur les cellules d'origine des fibres sectionnées. Ces modifications cellulaires ont été étudiées principalement par Nissl ; nous y reviendrons dans notre prochaine leçon.

Cette action spéciale que la cellule nerveuse exerce sur son prolongement cylindraxile s'appelle une *action de nutrition*, une *action trophique.* Elle l'exerce aussi sur ses prolongements protoplasmatiques; ce qui le prouve, c'est que la section d'un nerf sensible cérébro-spinal, faite en dehors du ganglion, amène également la dégénérescence du bout périphérique. Or, nous avons vu que ce prolongement périphérique possède la conduction cellulipète et qu'il doit être considéré comme un prolongement protoplasmatique.

De ces faits nous pouvons tirer cette deuxième conclusion : toute cellule nerveuse constitue le *centre nutritif* ou le *centre trophique* de tous les prolongements qui en dépendent.

Enfin, au point de vue fonctionnel, la cellule nerveuse constitue la partie la plus importante de l'élément nerveux. C'est de la cellule nerveuse que partent les impulsions motrices, c'est à la cellule nerveuse qu'aboutissent les impressions sensitives. Les prolongements protoplasmatiques avec leurs ramifications terminales, les prolongements cylindraxiles avec leurs branches collatérales et leurs branches terminales ne sont que des expansions de la cellule elle-même, destinées à mettre celle-ci en contact avec des éléments éloignés, soit pour y recueillir des ébranlements nerveux et les transmettre à la cellule dont ils proviennent (prolongements protoplasmatiques), soit pour porter à des éléments voisins un ébranlement nerveux venu de la cellule elle-même (prolongement cylin-

draxile). La cellule nerveuse constitue, au point de vue fonctionnel, le véritable *centre d'action* de l'élément nerveux.

Ainsi se trouve confirmée cette loi énoncée par His en 1888 : toute cellule nerveuse constitue, pour toutes les parties qui dépendent de l'élément nerveux correspondant, le centre génétique, le centre nutritif et le centre fonctionnel.

Organisation interne des neurones.

Nous n'avons étudié jusqu'ici les cellules nerveuses que dans leur forme extérieure, telles que les met en relief la méthode de Golgi, laquelle, imprégnant complètement les éléments nerveux, ne nous les présente en quelque sorte que sous forme de silhouettes. Importante au point de vue de l'étude des connexions qui peuvent exister entre les différents neurones, la méthode au chromate d'argent n'est pas faite pour nous renseigner sur leur organisation interne. Et cependant, l'organisation interne des cellules nerveuses, la constitution de leur corps protoplasmatique, les modifications qu'y déterminent les différents états fonctionnels, les altérations qui doivent y survenir à la suite de la lésion d'une partie quelconque du neurone, à la suite de troubles survenus dans la circulation et par conséquent dans la nutrition des éléments nerveux, la structure spéciale du noyau et les modifications qui peuvent s'y manifester dans les différents états fonctionnels, tous les phénomènes en un mot qui sont intimement liés à la vie de la cellule nerveuse ne peuvent être étudiés que lorsque nous aurons acquis une idée nette, claire et complète de la structure de cette cellule à l'état normal. C'est là un chapitre important de l'anatomie des neurones qui n'a guère encore été étudié, sur lequel on passe rapidement dans presque tous les traités classiques et qui cependant mérite au plus haut point de fixer notre attention.

Structure du protoplasme cellulaire.

Le protoplasme des cellules nerveuses a été considéré pendant longtemps comme possédant une structure fibrillaire. Remak, Leydig, Beale l'avaient décrit comme finement strié. Max Schultze, Ranvier, Kronthal et d'autres auteurs encore admettent l'existence, dans le protoplasme cellulaire, de fibrilles entrecroisées pouvant être poursuivies dans le prolongement cylindraxile et dans les prolongements protoplasmatiques. Dogiel admet encore actuellement cette structure fibrillaire pour les éléments nerveux de la rétine; pour ce savant, ce sont ces fibrilles du protoplasme cellulaire — que l'on peut poursuivre jusque dans les plus fines ramifications protoplasmatiques et cylindraxiles — qui vont s'anastomoser avec les fibrilles

des cellules nerveuses du même type pour donner naissance, les unes à un réseau protoplasmatique et les autres à un réseau cylindraxile. Boll rejette toute structure fibrillaire; pour lui, le protoplasme des cellules nerveuses de l'organe électrique de la torpille a une structure granuleuse. Frommann, Schwalbe, Carnoy admettent une structure réticulée.

Nos connaissances concernant la structure interne des cellules nerveuses sont entrées, depuis peu, dans une voie nouvelle et féconde, grâce à l'excellente méthode de coloration au bleu de méthylène que Nissl a fait connaître et qui est connue sous le nom de *méthode de Nissl*.

C'est une méthode de coloration excessivement simple.

Des morceaux frais de tissu nerveux d'environ 1 centimètre de diamètre sont durcis pendant quelques jours dans de l'alcool à 96°. Après durcissement, Nissl colle directement les morceaux avec de la gomme arabique sur des blocs de liége d'après le procédé de Weigert, puis les coupe en mouillant constamment le rasoir du microtome avec de l'alcool à 96°. Les coupes d'une épaisseur de 10μ sont transportées dans la solution colorante que l'on chauffe au-dessus d'une lampe à alcool jusqu'à ce que un grand nombre de bulles d'air viennent éclater à la surface du liquide. Par ce procédé la température à laquelle sont soumises les coupes atteindrait, d'après Nissl, de 65 à 70° C. On lave les coupes dans un mélange d'alcool et d'huile d'aniline jusqu'à ce qu'elles n'abandonnent plus de nuages colorés. Transportées alors sur le porte-objet, on les sèche avec du papier à filtrer, on les recouvre rapidement d'huile de cajeput pour les éclaircir, on enlève l'huile avec du papier à filtrer, puis avec quelques gouttes de benzine pour les recouvrir d'une couche de colophane dissoute dans de la benzine. Pour empêcher que la matière colorante ne diffuse dans les coupes, il importe de solidifier aussi vite que possible la colophane. Dans ce but, Nissl passe les coupes dans la flamme d'une lampe à alcool, la benzine s'enflamme; on éteint de suite la flamme et on recommence le même procédé jusqu'à disparition complète de la benzine.

Ce manuel opératoire donne évidemment de bons résultats, c'est lui que nous avons suivi, dans tous ses détails, pendant nos premiers essais de coloration. Nous l'avons cependant bien vite modifié sans nuire en aucune façon aux résultats qu'il donne.

Contrairement à la manière de faire de Nissl, nous enrobons nos morceaux de tissu nerveux durcis dans de l'alcool à 96° dans de la paraffine, ce qui nous permet des coupes plus régulières et plus fines. Ces coupes sont fixées sur des verres porte-objets simplement par de l'eau distillée. Quand cette eau est complètement évaporée, nous dissolvons la paraffine dans le xylol, puis nous passons les coupes dans de l'alcool absolu et dans l'alcool à 90°. De là, nous les portons (toujours collées sur les porte-objets) dans la matière colorante et nous les y laissons pendant plusieurs heures (généralement jusqu'au lendemain) dans une étuve chauffée à 40°. Les coupes sont lavées alors à l'eau distillée, plongées dans le mélange d'alcool et d'huile d'aniline recommandé par Nissl et nous surveillons la différentiation au microscope. Quand nous la jugeons convenable, nous séchons rapidement les coupes par du papier à filtrer, nous les éclaircissons dans l'huile de cajeput, nous éliminons celle-ci par

du xylol et nous montons les coupes dans la laque de DAMMAR dissoute dans le xylol. Pour que cette laque durcisse rapidement, nous laissons les coupes pendant 24 heures à l'étuve.

Cette modification de la méthode de NISSL rend la manipulation des coupes beaucoup plus facile, elle a d'ailleurs l'immense avantage de conserver les coupes en séries, ce qui, pour certaines questions, est absolument indispensable.

La solution de bleu de méthylène recommandée par NISSL est composée comme suit :

Bleu de méthylène B.	3 gr. 75
Savon de Venise	1 gr. 75
Eau distillée	1000 gr.

Comme liquide de différentiation on se sert d'un mélange d'alcool à 96° et d'huile d'aniline dans les proportions suivantes :

Alcool à 96°	90 parties
Huile d'aniline	10 parties

Quand on examine au microscope des coupes du névraxe colorées par la méthode de NISSL, on trouve, dans les diverses parties du système nerveux central, deux espèces de cellules nerveuses différentes l'une de l'autre par la façon dont leur protoplasme cellulaire se comporte vis-à-vis du bleu de méthylène.

Les unes sont colorées à la fois et dans leur noyau et dans leur protoplasme, ce sont les *cellules somatochromes* de NISSL. Les autres n'ont fixé le bleu de méthylène que dans le noyau, tout leur corps cellulaire est invisible parce qu'il ne renferme pas de substance fixant avidement le bleu de méthylène. Ce sont les *cellules caryochromes* de NISSL. D'après le volume du noyau, NISSL subdivise ce groupe en *cellules caryochromes* proprement dites et en *cellules cytochromes*, mais, dans l'état actuel de la science, cette subdivision ne nous paraît pas justifiée.

Les cellules caryochromes comprennent tous les éléments nerveux du cervelet, du bulbe olfactif, de la rétine, etc., que l'on désignait anciennement sous le noms de *grains*. Ces cellules caryochromes sont également très répandues dans le névraxe des vertébrés inférieurs. Leur protoplasme cellulaire ne fixant le bleu de méthylène dans aucune de ses parties, l'étude de ces cellules au moyen de la méthode de NISSL ne peut se faire que par l'étude du noyau. Cette étude n'a pas encore été faite jusqu'à présent.

Les cellules nerveuses que l'on a commencé à étudier avec la méthode de NISSL, sont les *cellules somatochromes*, c'est-à-dire les cellules nerveuses dont le protoplasme cellulaire est formé d'une substance qui se colore par le bleu de méthylène ou *substance chromatique* et d'une substance qui ne se colore pas par le bleu de méthylène ou *substance achromatique*.

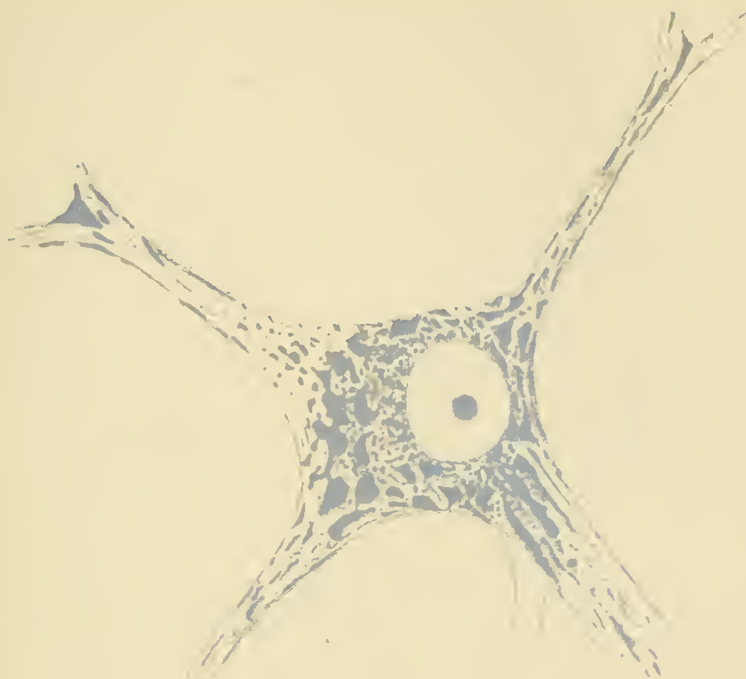


Fig. 166.
Cellule de la corne antérieure de la moelle lombaire d'un enfant né à sept mois.



Fig. 167.
Quelques cellules de la corne antérieure de la moelle épinière d'une larve de salamandre.

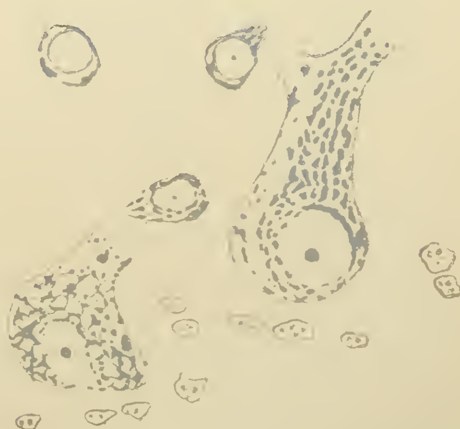


Fig. 168.
Deux cellules de Purkinje du cervelet d'un lapin.

La substance chromatique peut se présenter sous les formes les plus variées. Tantôt ce sont des blocs irréguliers, répartis sans ordre apparent dans le corps de la cellule nerveuse, FIG. 166 et 167; d'autres fois ce sont des bâtonnets allongés, fusiformes, placés à une certaine distance l'un à la suite de l'autre et donnant au protoplasme cellulaire un aspect strié, FIG. 168. Ces bâtonnets se rencontrent de préférence dans les gros troncs protoplasmatiques et aussi dans les couches périphériques du protoplasme cellulaire. Dans les cellules fusiformes, on rencontre quelquefois aux deux pôles du noyau un bloc volumineux de substance chromatique recouvrant comme une coiffe ou comme un capuchon la partie voisine du noyau, c'est le *capuchon nucléaire* de NISSL, FIG. 169. Au point de bifurcation des gros troncs protoplasmatiques existe, d'une façon constante, un cône triangulaire de substance chromatique auquel NISSL a donné le nom de *cône de bifurcation*, FIG. 166. Tous ces amas de substance chromatique peuvent se présenter comme des masses compactes sans apparence de structure, FIG. 166, ou comme des masses plus ou moins granuleuses, à contours irréguliers, souvent creusées de petites vacuoles FIG. 170; à les voir on les dirait formées d'une accumulation de petites granulations distinctes plus ou moins bien tassées les unes sur les autres.

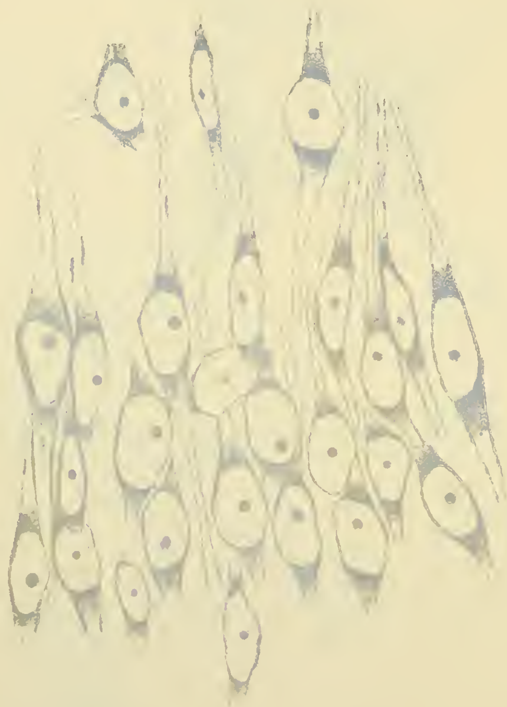


FIG. 169.
Cellules de la corne d'Ammon du lapin.

Dans ce groupe de cellules somatochromes, caractérisées par la disposition des blocs de la substance chromatique en rangées plus ou moins régulières et que NISSL désigne sous le nom de *cellules stichochromes*, rentrent toutes les cellules nerveuses de la corne antérieure de la moelle épinière,

les cellules radiculaires de tous les nerfs moteurs craniens ainsi qu'un grand nombre d'autres cellules nerveuses.

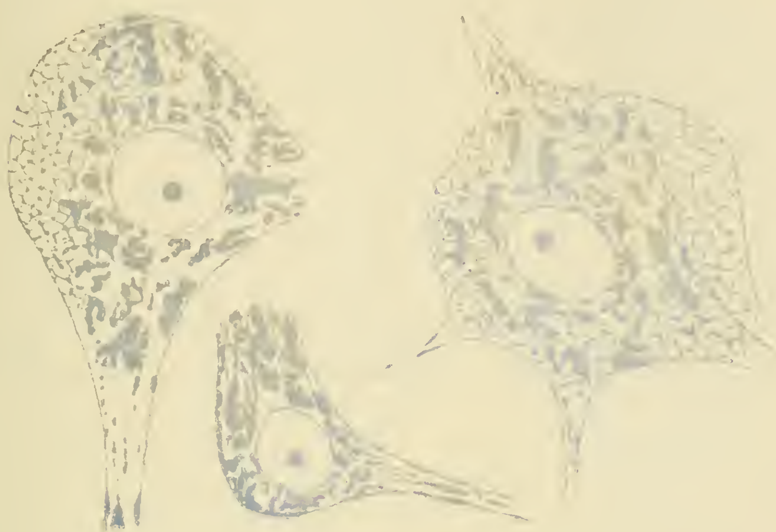


Fig. 170.

Cellules constitutives du noyau d'origine du nerf oculo-moteur commun chez le lapin.

La substance chromatique se présente quelquefois dans le corps cellulaire sous forme de réseau (*cellules arkyochromes* de Nissl), ou bien sous forme de fines granulations fig. 171 (*cellules gryochromes* de Nissl), ou bien encore à la fois et sous forme de réseau et sous forme de masses ou de batonnets indépendants (*cellules arkyo-stichochromes*).

Cette division des cellules somatochromes en groupes différents d'après la disposition spéciale qu'affecte la substance chromatique n'a, jusqu'à présent, qu'une valeur excessivement restreinte. Ce n'est qu'un essai de classification basée sur des caractères morphologiques, essai fait par Nissl dans le but de pouvoir s'orienter quelque peu dans cette infinie variété d'aspects sous lesquels se présentent les cellules colorées par le bleu de méthylène.

Un fait incontestable à nos yeux c'est que les cellules qui appartiennent à un même type se présentent toujours, dans des coupes colorées par la méthode de Nissl, sous le même aspect : toutes les cellules de Purkinje se ressemblent par la façon dont la substance chromatique est répartie dans leur corps cellulaire, il en est de même pour les cellules mitrales

du bulbe olfactif, pour les cellules nerveuses de la corne d'Ammon, pour les cellules radiculaires de tous les nerfs moteurs périphériques, etc. On peut supposer qu'à cette différence dans les caractères morphologiques correspond peut-être aussi une différence fonctionnelle. Mais, dans l'état actuel de la science, ce n'est là encore qu'une hypothèse. Si cette hypothèse devait un jour être l'expression de la réalité, nous aurions, dans la méthode de Nissl, une méthode incomparable puisqu'elle nous donnerait le moyen de distinguer, *de par les caractères morphologiques de leur protoplasme*, les cellules nerveuses à fonction physiologique différente.

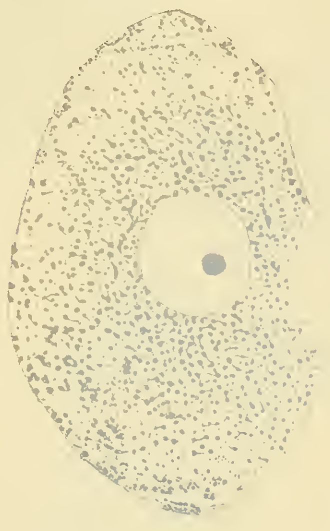


Fig. 171.
Cellules d'un ganglion spinal du porc.

Pour bien vous faire saisir l'importance que pourrait avoir une telle découverte, je veux encore, pendant quelques instants, attirer votre attention sur les *cellules motrices*. Qu'appelons-nous actuellement cellules motrices? Nous considérons comme appartenant à un neurone moteur périphérique toute cellule nerveuse du névraxe dont le prolongement cylindraxile devient le cylindre-axe d'une fibre motrice périphérique et nous considérons comme appartenant à un neurone moteur central toute cellule nerveuse du névraxe dont le prolongement cylindraxile présente une marche descendante et va se mettre en connexion, par ses ramifications collatérales et terminales, avec les cellules d'origine des nerfs moteurs périphériques.

Quand nous examinons au microscope des coupes faites à travers les masses grises du névraxe où se trouvent les cellules d'origine des nerfs moteurs périphériques, ou bien des coupes de la substance corticale du cerveau terminal où se trouvent les cellules d'origine des nerfs moteurs des centres et que nous nous demandons quelles sont — parmi ces nombreuses cellules nerveuses que l'on trouve dans cette substance grise considérée comme motrice — les cellules qui appartiennent à des neurones moteurs, nos méthodes d'investigation actuelles sont encore tellement incomplètes que nous sommes dans l'impossibilité absolue de répondre à cette question.

La seule méthode qui nous permette de donner une réponse catégorique c'est la méthode de Golgi et encore ne donne-t-elle cette réponse que pour des moelles embryonnaires, à une époque où les fibres nerveuses

sont dépourvues de myéline, et pour les seules cellules nerveuses dont le prolongement cylindraxile a été imprégné sur une longueur suffisante pour pouvoir être poursuivi jusque en dehors du névraxe. Dans une coupe de la moelle épinière traitée par la méthode de Golgi nous ne pouvons donc considérer comme appartenant à des neurones moteurs que les seules cellules nerveuses dont l'axone peut être poursuivi jusque dans la racine antérieure ou postérieure du nerf spinal correspondant; pour toutes les cellules voisines, imprégnées ou non dans leur axone, la réponse est impossible.

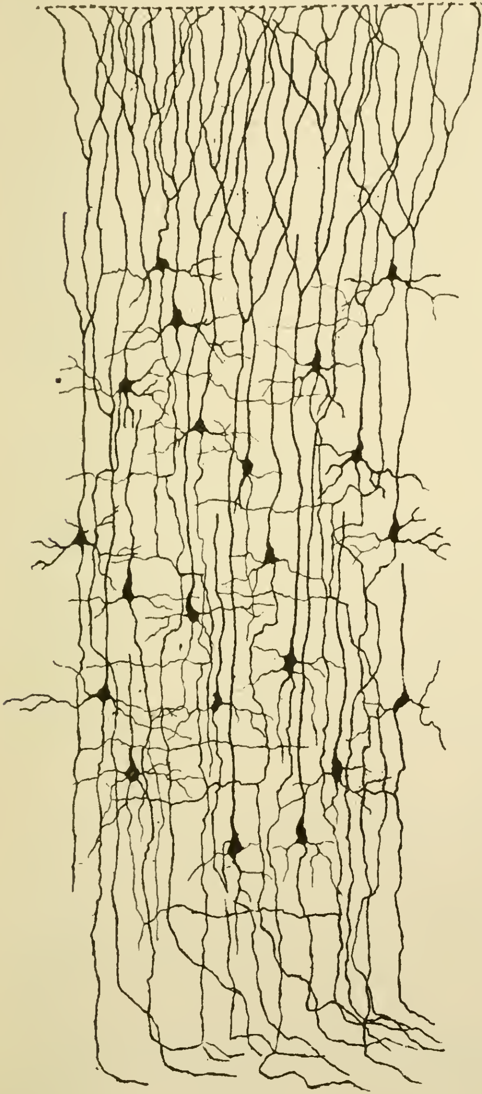


Fig. 172.
Quelques cellules de l'écorce cérébrale d'une souris blanche âgée de neuf jours.

La difficulté est bien plus grande encore pour les cellules motrices de l'écorce cérébrale. Traitée par la méthode de Golgi, la substance corticale du cerveau terminal se montre constituée d'un nombre incalculable de cellules nerveuses dont le plus grand nombre présentent les mêmes caractères morphologiques : des cellules pyramidales pourvues de prolongements protoplasmatiques se ramifiant dans les couches superficielles de l'écorce et d'un prolongement cylindraxile devenant le cylindre-axe d'une fibre de la substance blanche, fig. 172. Ces cellules pyramidales peuvent être les cellules d'origine de fibres commissurales, de fibres d'association ou de fibres de projection sans que nous soyons en état, dans l'état actuel de la science, de distinguer ces cellules les unes des autres.

Ce que nous venons de dire des noyaux moteurs du névraxe et de la substance grise corticale du télencéphale, nous pouvons le répéter pour toutes les cellules de toutes les régions grises de l'axe nerveux.

Les méthodes d'investigation que nous avons actuellement à notre disposition ne nous permettent donc pas de distinguer, de par les *caractères morphologiques du protoplasme cellulaire*, les cellules nerveuses qui remplissent des fonctions physiologiques différentes. Bien plus, avec ces méthodes on devait croire et on a crû jusqu'ici que toutes les cellules nerveuses de tout le névraxe, tout en présentant des différences dans le mode de ramification de leurs prolongements protoplasmatiques et de leur prolongement cylindraxile, avaient la même organisation interne. Et voilà que la méthode de Nissl nous montre, à ne pouvoir en douter, qu'abstraction faite du mode de ramification des prolongements, il existe, dans le système nerveux central, un nombre considérable des types cellulaires différents les uns des autres par le mode de répartition, dans leur corps cellulaire, de la substance chromatique et de la substance achromatique.

Elle nous montre de plus que toutes les cellules que nous connaissons comme remplissant incontestablement la même fonction physiologique — comme le sont, par exemple, les cellules radiculaires de nos nerfs moteurs périphériques — ont toutes la même organisation interne, totalement différente de l'organisation interne d'autres cellules nerveuses à fonction physiologique différente comme le sont, par exemple, les cellules mitrales du bulbe olfactif, les cellules des ganglions cérébro-spinaux, etc. La méthode de Nissl nous amène donc à cette conclusion : les cellules radiculaires des nerfs moteurs cérébro-spinaux appartiennent manifestement à un type spécial.

La question importante qui se pose maintenant est celle de savoir si ce type spécial est lié *uniquement* et *exclusivement* à la fonction motrice de la cellule nerveuse, si ce type spécial est inséparable de la fonction motrice de telle sorte que, rencontrant, dans n'importe quelle coupe de n'importe quelle partie du névraxe, une cellule du type donné, nous ayons le droit de conclure, sans erreur aucune, que cette cellule est une cellule motrice, abstraction faite de la façon dont peut se comporter le prolongement cylindraxile, Nissl répond affirmativement à cette question. Se basant sur ce fait que les cellules radiculaires des nerfs périphériques présentent, dans toute la série des vertébrés, le même mode de répartition de la substance chromatique et de la substance achromatique, il conclut que cette organisation spéciale est liée intimement à la fonction spéciale. Ces cellules présentent le type moteur et chaque fois que l'on rencontre

une cellule de ce type on peut admettre, dit Nissl, qu'elle est en relation avec des fonctions motrices.

Quant à nous, nous croyons que les recherches actuelles sont encore trop incomplètes pour pouvoir admettre dans toute sa rigueur la conclusion de Nissl. Nous avons rencontré, dans nos recherches, le type moteur de Nissl dans presque toutes les cellules nerveuses de la corne antérieure de toutes les coupes de la moelle épinière que nous avons colorées au bleu de méthylène. Toutes ces cellules de la corne antérieure ne sont cependant pas des cellules radiculaires. La méthode de Golgi nous a appris qu'il existe là à la fois des cellules radiculaires et des cellules des cordons. Pour que la conclusion de Nissl soit vraie, il faut donc admettre que les cellules des cordons de la corne antérieure de la moelle épinière sont en relation avec des fonctions motrices; chose possible, chose probable même mais qui, jusqu'à présent, n'a pas été démontrée. Nous avons rencontré le même type cellulaire presque exclusivement dans les noyaux d'origine de tous les nerfs moteurs craniens du lapin. Nous l'avons rencontré également dans des régions grises considérées comme sensitives : noyau principal du nerf acoustique, substance grise voisine de la racine spinale du trijumeau, etc., mais ces faits ne prouvent rien contre la manière de voir de Nissl, puisque, comme nous le verrons plus tard, il existe dans ces masses grises des neurones moteurs, c'est-à-dire des cellules nerveuses dont le prolongement cylindraxile descend dans l'axe cérébro-spinal pour devenir une fibre constitutive du faisceau longitudinal postérieur et se terminer entre les cellules de la corne antérieure de la moelle. Encore faudrait-il démontrer que les cellules du type moteur de Nissl appartiennent à ces neurones à cylindre-axe descendant.

Nous nous contentons donc de signaler l'opinion de Nissl telle qu'elle a été formulée; les recherches ultérieures prouveront si on doit la maintenir ou la rejeter. Les faits connus jusqu'à présent ne sont pas en opposition avec cette opinion, mais nous les jugeons trop peu nombreux pour entraîner une conviction.

Les cellules somatochromes renferment donc, dans leur corps protoplasmatique, deux parties nettement distinctes l'une de l'autre par la façon dont elles se comportent vis-à-vis du bleu de méthylène : une partie chromatique et une partie achromatique.

Ces deux parties semblent différer l'une de l'autre par leur constitution intime. D'après les recherches de de Quervain, v. Lenhossek, Cajal et Held la partie chromatique, même quand elle se présente

sous forme de blocs homogènes, aurait toujours une structure granuleuse; elle résulterait d'une accumulation plus ou moins compacte de granulations distinctes jouissant de la propriété de fixer le bleu de méthylène.

D'après les recherches récentes de Held et de Dogiel, cette partie chromatique n'existerait même pas sous forme de granulations dans le corps de la cellule vivante ; elle s'y trouverait dissoute dans le protoplasme cellulaire et serait précipitée sous une forme granuleuse par les réactifs durcissants. Ces recherches demandent confirmation. Il parait, en effet, étrange qu'un même réactif durcissant, tel que l'alcool par exemple, agissant au même moment et pendant le même temps sur des cellules voisines, précipiterait cette partie chromatique, toujours sous la même forme, dans toutes les cellules appartenant à un type donné et sous une forme différente pour toutes les cellules d'un autre type.

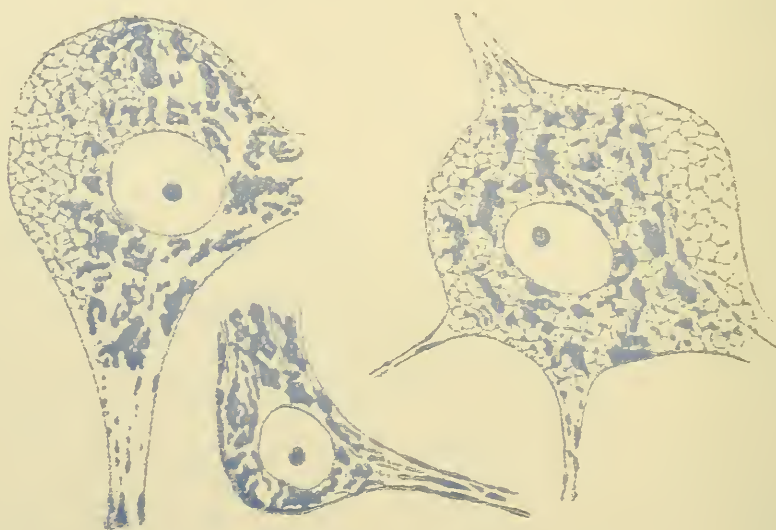


Fig. 173.
Cellules constitutives du noyau d'origine du nerf oculo-moteur commun chez le lapin.

Quant à la partie achromatique interposée, les auteurs sont généralement d'accord pour lui reconnaître une structure organisée. Pour Benda, Nissl et Becker elle a une structure fibrillaire, v. Lenhossek la décrit comme ayant une structure spongieuse. Avec Cajal, nous lui reconnaissons une structure réticulée.

Dans les recherches que nous avons faites, avec la méthode de Nissl, sur la constitution du noyau d'origine du nerf oculo-moteur commun du lapin, nous avons pu constater, en toute évidence, la structure réticulée

de la partie achromatique. Les cellules volumineuses, qui constituent ce noyau d'origine, présentent quelquefois des zones plus ou moins étendues complètement dépourvues de substance chromatique, FIG. 173. Dans ces zones on voit nettement de petites granulations incolores placées à égale distance les unes des autres et reliées les unes aux autres par de fins trabécules de manière à former reseau. Ce réseau ou ce réticulum se retrouve dans la partie achromatique interposée entre les amas granuleux de substance chromatique. •

Cette partie achromatique ainsi comprise n'est donc pas formée exclusivement de fibrilles comme le pensent BENDA, NISSL et BECKER ; elle a une structure beaucoup plus complexe. Elle représente, à nos yeux, le véritable *protoplasme cellulaire* de la cellule nerveuse et ce qui le prouve, c'est qu'elle forme à elle seule le corps cellulaire de toutes les cellules nerveuses dépourvues de substance chromatique que NISSL a réunies sous le nom de cellules caryochromes. Comme tout protoplasme cellulaire, la partie achromatique de la cellule nerveuse est formée par une partie organisée, la *masse filaire* de FLEMMING, le *reticulum plastinien* de CARNOY, et une partie non organisée, la *masse interfilaire* de FLEMMING, l'*enchylème* de CARNOY. Nous croyons que c'est dans les mailles du réticulum plastinien que se trouvent les granulations chromatiques soit comme telles, soit en amas plus ou moins compacts.

Différentes ainsi l'une de l'autre par la façon dont elles se comportent vis-à-vis du bleu de méthylène et par leur organisation propre, les deux parties, chromatique et achromatique, du protoplasme cellulaire seraient encore différentes au point de vue de leur valeur fonctionnelle.

La partie achromatique nous paraît être, avec NISSL, LUGARO et CAJAL, l'élément constituant principal du protoplasme de la cellule nerveuse, celui à qui incombe la fonction primordiale des éléments nerveux, la fonction de conduction.

Ce qui le prouve, c'est d'abord ce fait fondamental relevé, pour la première fois et d'une façon indépendante l'un de l'autre, par SIMARRO et par SCHAFFER : le prolongement cylindraxile de toute cellule nerveuse, c'est-à-dire la partie du neurone qui sert exclusivement à la transmission de l'influx nerveux d'un élément à un autre élément, l'axone, est formé uniquement par de la substance achromatique. Nous savons, depuis les recherches de M. SCHULTZE, que le cylindre-axe de la fibre nerveuse a une structure fibrillaire ; les fibrilles de ce cylindre-axe, arrivées dans le corps cellulaire, se continuent avec les trabécules du réticulum achromatique et celui-ci, à son tour, se prolonge, sous forme de fibrilles, dans les prolongements protoplasmatiques.

Ce qui prouve encore que la partie achromatique est l'élément conducteur du neurone, c'est que cette substance forme à elle seule les ramifications terminales des prolongements protoplasmatiques des cellules nerveuses. Or, nous avons prouvé, dans les leçons précédentes, que ces prolongements servent à la conductibilité nerveuse. Il est même un fait qui, sous ce rapport, nous parait avoir une grande importance. Nous avons déjà vu que les gros troncs protoplasmatiques, dans le voisinage immédiat de la cellule d'origine, sont formés à la fois de substance chromatique et de substance achromatique.

Il y a cependant des exceptions à cette disposition générale. Dès qu'un gros tronc protoplasmatique sert exclusivement à la fonction de conduction, il est, comme le prolongement cylindraxile, complètement dépourvu de granulations chromatiques et exclusivement formé par de la

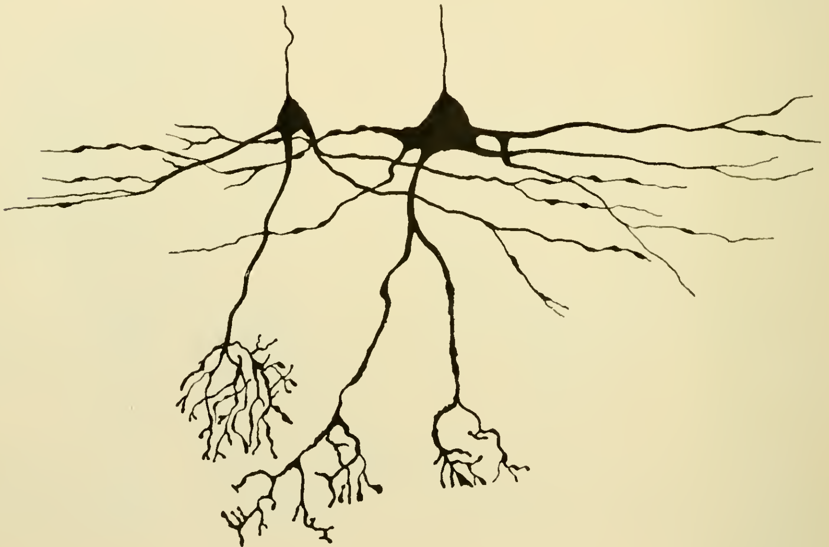


Fig. 174.
Cellules mitrales du bulbe olfactif du lapin (méthode de Golgi).

substance achromatique; il en est ainsi pour le prolongement périphérique des cellules des ganglions cérébro-spinaux, il en est de même pour le gros prolongement protoplasmatique descendant de chacune des cellules mitrales du bulbe olfactif. Sur des coupes d'un bulbe olfactif traité par la méthode de Golgi, fig. 174, on voit tout l'espace étendu entre les cellules mitrales et les glomérules olfactifs occupé par les prolongements protoplasmatiques descendants des cellules mitrales. Sur des coupes colorées par la méthode de Nissl, fig. 175, cet espace reste complètement incolore.

Enfin, le protoplasme de toutes les cellules nerveuses qui rentrent dans le groupe des cellules caryochromes de Nissl est totalement privé de substance chromatique; or, il faut bien admettre que ce protoplasme cellulaire jouit de la conductibilité nerveuse.

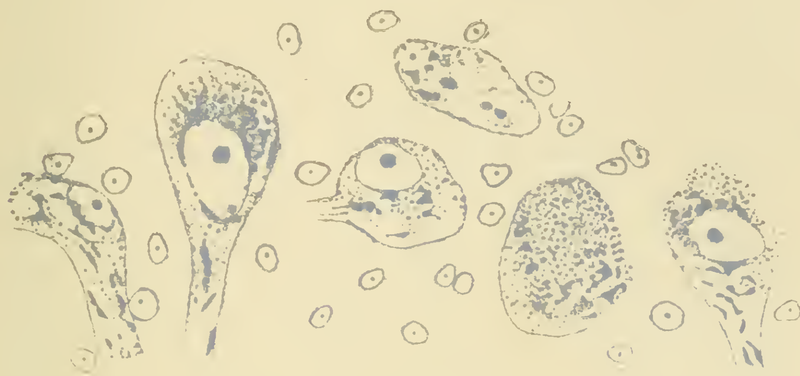


Fig. 175.
Cellules mitrales du bulbe olfactif du lapin (méthode de Nissl).

Mais si la partie achromatique est l'élément constituant principal du neurone, quelle valeur devons-nous attribuer à la partie chromatique?

C'est la question que nous essayerons de résoudre dans notre prochaine leçon.

Littérature.

His : *Die Neuroblasten und deren Entstehung im embryonalen Mark.* Abhandl. d. math.-phys. Kl. d. Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wiss., Bd. 15, 1889. — Cajal : *A quelle époque apparaissent les expansions des cellules nerveuses de la moelle épinière du poulet.* Anatomischer Anzeiger, 1890. — v. Lenhossek : *Zur Kenntniss der ersten Entstehung der Nervenzellen und Nervenfasern beim Vogelembryo.* Verhandl. des X internat. medic. Kongresses, Berlin 1890, Bd. II. — Retzius : *Zur Kenntniss der ersten Entwicklung der nervösen Elemente im Rückenmarke des Hühnchens.* Biolog. Unters., Bd. V, 1893. — *Die embryonale Entwicklung der Rückenmarkselemente bei den Ophidiern.* Biolog. Unters., Bd. VI, 1894. — Apathy : *Nach welcher Richtung hin soll die Nervenlehre reformirt werden?* Biolog. Centralbl., 1889. — Dohrn : *Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers, Ganglienzelle und Nervenfaser.* Mitth. d. Zool. St., Naples, 1891. — *Die Schwann'schen Kerne der Selachierembryonen.* Anatom. Anzeiger, 1892. — Paladino : *De la continuation de la neuroglie dans le*

squelette myélinique des fibres nerveuses et de la constitution pluricellulaire du cylindraxe. Archives ital. de Biol., 1893, pp. 26-32. — Bidder und Kupffer : *Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks.* Leipzig, 1857. — Vignal : *Mémoire sur le développement des tubes nerveux chez les embryons des mammifères.* Archives de physiol. norm. et pathol., 1883. — v. Lenhossek : *Zur Kenntniss der Spinalganglien.* Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane, Wiesbaden, 1894. — I. Martin : *Contribution à l'étude de la structure interne de la moelle épinière chez le poulet et chez la truite.* La Cellule, t. XI, 1r fasc., 1895. — Waller : *Examen des altérations qui ont lieu dans les filets d'origine du nerf pneumo-gastrique et des nerfs rachidiens par suite de la section de ces nerfs au-dessus de leurs ganglions.* Comptes rendus de Paris, 1852. — *Nouvelles recherches sur la régénération des fibres nerveuses.* Comptes rendus. 1852. — *Sur la reproduction des nerfs et sur la structure et les fonctions des ganglions spinaux.* Müller's Archiv, 1852. — Vanlair : *De la régénération des nerfs périphériques.* Archives de Biologie, 1882. — His : *Zur Geschichte des Gehirns, sowie der centralen und peripherischen Nervenbahnen beim menschlichen Embryo.* Abhandl. d. K. Sächs. Ges. d. Wiss., mathem.-phys. Klasse, 1888. — Remak : Monatsberichte der Akad. d. Wiss. zu Berlin. 1853. — M. Schultze : *Allgemeines über die Strukturelemente des Nervensystems,* dans Stricker's Handbuch, 1871. — Ranvier : *Traité technique d'histologie.* Paris. — Kronthal : *Histologisches von den grossen Zellen in den Vorderhörnen.* Neurol. centralbl., 1890. — Dogiel : *Die Retina der Vögel.* Archiv f. mikr. Anat., 1895. — Boll : *Die Histologie und Histiogenese der nervösen Centralorgane.* Berlin, 1872. — Schwalbe : *Bemerkungen über d. Kern der Ganglienzellen.* Jenaische Zeitschr., Bd. X. — Carnoy : *La Biologie cellulaire,* Lierre, 1884. — Nissl : *Ueber die Untersuchungsmethoden der Grosshirnrinde.* Tageblatt der Naturforschervers. zu Strassburg, 1885. — *Ueber den Zusammenhang von Zellstructur und Zellfunktion.* Tageblatt der Naturforscherversammlung zu Cöln. 1889. — *Die Kerne des Thalamus beim Kaninchen.* Tageblatt der Naturforschervers. zu Heidelberg, 1890. — *Mittheilungen zur normalen und pathologischen Anatomie der Nervenzelle.* Allgemeine Zeitschr. f. Psychiatrie, 1893. — *Ueber Rosin's neue Farbemethode des gesammten Nervensystems und dessen Bemerkungen über Ganglienzellen.* Neurol. Centralbl., 1894. — *Ueber die sogenannten Granula der Nervenzellen.* Neurolog. centralbl., 1894. — *Ueber eine neue Untersuchungsmethode des Centralorgans speciell zur Feststellung der Localisation der Nervenzellen.* XIX Wandervers. der Südwestdeutschen Neurologen zu Baden-Baden, Juni 1894 (Neurolog. Centralbl., 1894, pp. 507-508). — *Der gegenwärtige Stand der Nervenzellenanatomie und Pathologie.* 26 Vers. d. Vereins südwestdeutscher Irrenärzte (Centralbl. für Nervenheilkunde, Jhg. 18). — *Ueber die Nomenclatur in der Nervenzellenanatomie und ihre nächsten Ziele.* Neurol. Centralbl., 1895. — *Die Beziehungen der Nervenzellensubstanzen zu den thätigen, ruhenden und ermüdeten Zellzuständen.* 27 Vers. des südwestdeutschen Vereins, Karlsruhe, Nov. 1895 (Neurolog. Centralbl., 1896). — *Kritische Fragenüber Nervenzellenanatomie.* Neurol. Centralbl., 1896. — de Quervain : *Ueber die Veränderungen des Centralnervensystems bei experimenteller Kachexia thyreopriva der Thiere.* Archives de Virchow, Bd. 133, 1895. — v. Lenhossek : *Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen.* Zweite Auflage, Berlin, 1895. — Cajal : *Estructura del protoplasma nervioso.* Revista trimestral

micrografica, vol. I, fasc. 1, 1896. — Held : *Beiträge zur Structur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze.* Erste Abhandlung. Archiv f. Anat. und Entwickel., Anat. Abth., 1895. — Dogiel : *Zur Frage über den feineren Bau der sympathischen Nervensystems bei den Säugethieren.* Archiv f. mikr. Anat., Bd. 46, 1895. — Benda : *Ueber die Bedeutung der durch basische Anilinfarben darstellbaren Nervenzellstructuren.* Neurolog. Centralbl., 1895. — Becker : XX. Wandversamml. der südwestd. Neurologen. Archiv f. Psychiatrie, Bd. XXVII, Hft. 3, 1895 (cité d'après Nissl). — Lugaro : *Sul calore rispettivo della parte cromatica e della acromatica nel citoplasma delle cellule nervose.* Rivista di patologia nervosa e mentale, vol. I, 1896. — Simarro : *Investigaciones sobre la estructura de las celulas nerviosas.* 1890 (cité d'après Cajal). — Schaffer : *Kurze Anmerkung über die morphologische Differenz des Achsencylinders im Verhältnisse zu den protoplasmatischen beim Nissl's Fortsatzenfärbung.* Neurolog. Centralbl., 1893.

DOUZIÈME LEÇON

Eléments histologiques qui entrent dans la constitution du système nerveux.

(Suite)

Valeur fonctionnelle de la partie chromatique et de la partie achromatique du protoplasme cellulaire. — Dégénérescence de Nissl. — Structure et valeur fonctionnelle du noyau. — La neuroglie : Cellules épendymaires et cellules de Deiters ou astrocytes. Hypothèses sur la valeur fonctionnelle de la neuroglie.

Nous avons vu, dans la dernière leçon, la structure complexe du protoplasme cellulaire des cellules somatochromes de Nissl. Colorées par le bleu de méthylène, ces cellules présentent deux parties nettement distinctes : une partie chromatique et une partie achromatique. La partie achromatique représente le véritable protoplasme cellulaire, celui que l'on retrouve dans le corps cellulaire de toutes les cellules nerveuses sans distinction aucune. C'est l'élément constituant principal de la cellule nerveuse, celui à qui incombe la fonction de conduction. Cette partie achromatique présente une structure complexe : dans certaines cellules nerveuses, notamment dans les cellules constitutives du noyau d'origine du nerf oculo-moteur commun du lapin, on voit manifestement que la partie achromatique est formée d'une partie organisée en forme de réseau, l'homologue de ce que Carnoy a décrit dans tout protoplasme cellulaire sous le nom de réticulum plastinien et d'une partie non organisée occupant les mailles de ce réseau ; l'homologue de ce que Carnoy a désigné sous le nom d'*enchylème*.

Nous avons établi que la partie achromatique du corps cellulaire représente l'élément constituant principal du neurone, nous allons rechercher aujourd'hui quelle valeur fonctionnelle il faut attribuer à la partie chromatique.

L'existence de granulations chromatiques dans le protoplasme des cellules nerveuses a été signalée, pour la première fois, par Flemming en 1882 et cela dans les cellules des ganglions spinaux et dans les cellules de la corne antérieure de la

moelle épinière. Comme ces granulations étaient très fines dans certaines cellules et plus volumineuses dans d'autres, les ganglions spinaux, traités par les matières colorantes, semblaient constitués de deux espèces de cellules nerveuses différentes l'une de l'autre par la façon dont elles se comportaient vis-à-vis des réactifs colorants. Flesch et ses élèves Hélène Koneff, Anna Gitiss et Anna Kotlarevsky ont également signalé des différences dans le degré de coloration des cellules nerveuses des ganglions cérébro-spinaux. Ils distinguaient ces cellules en *éléments chromophiles* et *éléments chromophobes*; ils les considéraient comme ayant une constitution chimique différente et comme possédant une valeur fonctionnelle différente ou comme représentant un état fonctionnel différent.

Cette différence dans l'intensité de la coloration du protoplasme des cellules nerveuses a été observée également par Nissl, même pour des cellules qui, par le mode de répartition de la substance chromatique, appartiennent à un même type cellulaire. Mais, pour Nissl, cette différence tient uniquement à la richesse plus ou moins grande de la cellule nerveuse en substance chromatique et cette richesse en substance chromatique elle-même est liée à l'état fonctionnel dans lequel se trouve la cellule nerveuse au moment de la mort. Nissl distingue sous ce rapport, pour chaque espèce de cellules nerveuses, quatre états chromatiques différents qu'il désigne sous les noms de : *état pyknomorphe*, *état apyknomorphe*, *état parapyknomorphe* et *état chromophile*. Une cellule nerveuse est en état *pyknomorphe*, quand la substance chromatique, très abondante, se présente en masses compactes de telle sorte que la cellule se colore fortement par le bleu de méthylène. Une cellule à l'état pyknomorphe serait, d'après Nissl, en état de fatigue.

Elle est en état *apyknomorphe*, quand la substance chromatique, peu abondante, se trouve éparpillée dans le protoplasme cellulaire; elle est alors, au point de vue fonctionnel, dans un état de repos relatif.

Les stades intermédiaires entre ces deux extrêmes correspondent à l'état *parapyknomorphe*. Enfin quand la substance chromatique se présente comme dissoute dans le protoplasme cellulaire de telle sorte que tout le corps cellulaire prend une teinte bleue uniforme, Nissl parle d'état *chromophile*. Cet état est, d'après Nissl, artificiel et dû aux réactifs durcissants employés.

Toutes ces dénominations n'ont encore qu'une valeur relative. On commence seulement à entrevoir à quel stade fonctionnel correspond chacun de ces quatre états chromatiques par lesquels peut passer le protoplasme d'une cellule nerveuse. C'est ainsi que, contrairement à la manière de voir de Nissl, Mann considère l'état *pyknomorphe* comme étant l'expression du repos de la cellule nerveuse. Ce qu'il importe de retenir, c'est que la substance chromatique ne se présente pas toujours sous une forme identique dans des cellules appartenant au même type et que ces modifications dans la substance chromatique semblent être en rapport avec l'état fonctionnel spécial de la cellule nerveuse.

En étudiant l'action qu'exerce, sur la constitution du protoplasme des cellules nerveuses du sympathique, l'excitation pendant 15 minutes du ganglion cervical supérieur du lapin, Vas a observé une augmentation notable dans le volume du corps cellulaire accompagnée d'une diminu-

tion et quelquefois même de la disparition complète de la substance chromatique dans le voisinage immédiat du noyau et d'une accumulation de la substance chromatique dans la couche périphérique du protoplasme cellulaire. Lambert a observé les mêmes modifications dans la partie chromatique du protoplasme, mais il n'a pu se convaincre des modifications de volume signalées par Vas. Hodge croit avoir noté, dans les cellules fatiguées, une diminution plus ou moins considérable dans le volume de la cellule accompagnée d'une diminution de la substance chromatique. Mann conclut de ses recherches que, pendant le repos, la substance chromatique augmente dans les cellules nerveuses, tandis que cette substance diminue pendant l'activité cellulaire. Cette diminution n'est pas due à un déplacement de la substance chromatique comme le croit Vas, mais à une disparition sur place. L'activité cellulaire est accompagnée d'un agrandissement du corps de la cellule nerveuse, tandis que la fatigue de la cellule se caractérise par une rétraction de son protoplasme.

Ces conclusions de Mann reposent sur des expériences très nombreuses : excitation au moyen d'un courant électrique du ganglion cervical supérieur du sympathique chez le lapin, pendant 15 minutes. Comparaison des cellules pyramidales de l'écorce cérébrale et des cellules radiculaires de la moelle lombaire provenant de deux chiens dont l'un est resté au repos, tandis que l'autre avait été soumis pendant 10 heures à un travail musculaire continu. Comparaison des cellules de la rétine, des corps genouillés externes, des tubercules quadrijumeaux et des lobes occipitaux de quatre chiens auxquels on avait bandé un œil pendant 12 heures. Toutes ces recherches ont donné des résultats concordants.

D'après Lugaro, qui a repris les expériences de Vas et de Mann, l'activité de la cellule nerveuse est accompagnée d'un état de turgescence de son corps protoplasmatique, tandis que la fatigue cellulaire entraine à sa suite une diminution progressive dans le volume du protoplasme. Il admet comme probable, que les premières phases de l'activité cellulaire déterminent une légère augmentation de la substance chromatique, tandis que les phases ultérieures suivies de fatigue sont accompagnées d'une diminution dans la substance chromatique et d'une distribution plus diffuse de cette dernière.

Si ces faits se vérifient, il semble que nous pouvons en conclure, avec Nissl, Mann, Lugaro et Cajal, que la substance chromatique est une matière de réserve destinée à subvenir à la nutrition de la cellule nerveuse.

Ce qui apporte à cette manière de voir un appui considérable, ce sont les modifications signalées dans l'état chromatique des cellules mo-

trices par Nissl et par Marinesco, à la suite de la section d'un nerf périphérique. On a toujours cru jusqu'ici que, à la suite de la section ou de la lésion complète d'un nerf, les fibres nerveuses du bout périphérique seules présentaient des phénomènes de dégénérescence, tandis que les fibres du bout central ainsi que les cellules radiculaires du névraxe restaient intactes. La méthode de Nissl montre, de la manière la plus évidente, que cette proposition n'est pas exacte. Le bout périphérique dégénère, il est vrai, mais les cellules d'origine de ces fibres présentent, après un temps variable,

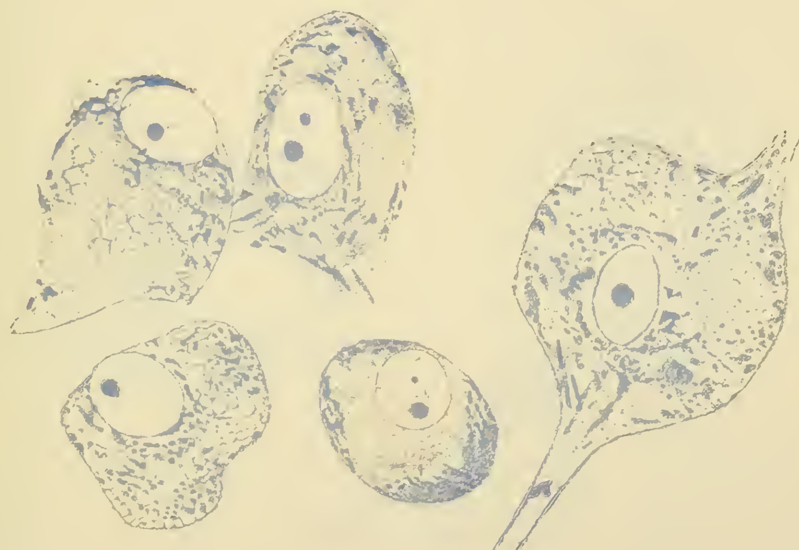


FIG. 176.
Cellules radiculaires du nerf oculo-moteur commun du lapin trois jours après la section de ce nerf au fond de la cavité orbitaire.

quelquefois même après vingt-quatre heures, des modifications incontestables. En sectionnant un nerf moteur, on a sectionné en somme les prolongements cylindraxiles des cellules radiculaires de ce nerf; ces cellules se ressentent de cette amputation qu'elles ont subie; les amas de granulations chromatophiles se désagrègent d'abord et se répandent uniformément dans le protoplasme cellulaire, elles s'y dissolvent même en partie; le noyau se déplace, il quitte le centre de la cellule pour se mettre dans les couches périphériques du protoplasme, souvent même il fait saillie sur une des faces du corps cellulaire. Ces modifications atteignent leur maximum,

pour les cellules radiculaires du nerf facial, 18 à 20 jours après la section (Nissl). Nous avons vu, d'une manière incontestable, quelques unes de ces modifications survenir dans les cellules d'origine du nerf oculo-moteur commun du lapin, *trois jourr* après la section de ce nerf dans la cavité orbitaire.

Les fig. 176 et 177 représentent quelques-unes des cellules constitutives du noyau d'origine du nerf oculo-moteur commun du lapin quand le nerf périphérique est intact, fig. 177, et trois jours après sa section au fond de la cavité orbitraire, fif. 176. On voit manifestement que les altérations débutent dans le voisinage du noyau ; il existe, en effet, autour de ce noyau une zone claire caractérisée par l'absence presque complète de

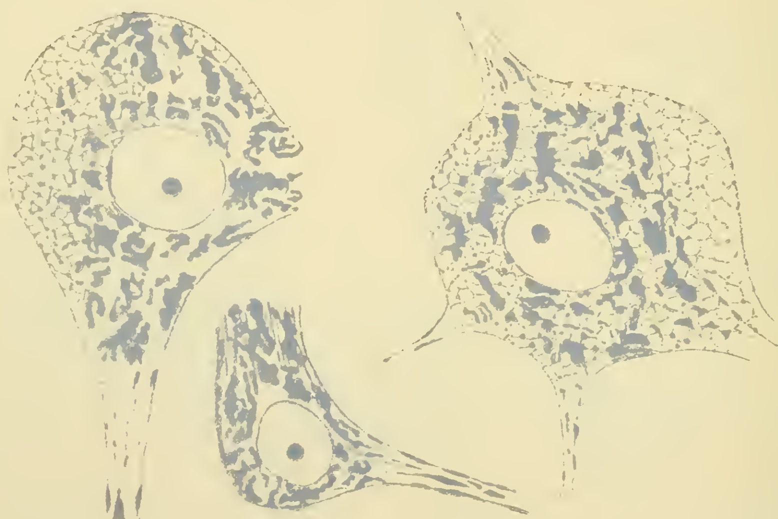


fig. 177.
Cellules radiculaires du nerf oculo-moteur commun du lapin (côté sain).

substance chromatique ; quelques gros blocs chromatiques existent encore dans la couche périphérique du protoplasme cellulaire ; le noyau a quitté le centre de la cellule, même dans une des cellules il occupe la partie périphérique du corps cellulaire et fait légèrement salllie au-dehors. Les cellules du côté opéré sont plus petites et, de plus, le noyau présente fréquemment deux nucléoles.

Il résulte des recherches de Marinesco que, tant que les modifications n'intéressent que la substance chromatique, elles sont réparables, et la vie de la cellule nerveuse n'est pas en danger. On dirait que la substance chromatique s'éparpille dans le corps cellulaire pour aider à réparer les altérations qu'y détermine la section de son prolongement cylindraxile.

Dans ces conditions le bout central du nerf sectionné reste intact; les cylindre-axes des fibres nerveuses se remettent à croître et les neurones tachent de rétablir leurs connexions anatomiques interrompues.

Mais dès que les modifications sont plus profondes, dès que les altérations intéressent le réticulum achromatique, la lésion est durable, le bout central de la fibre sectionnée s'atrophie et la cellule radiculaire se désagrège et disparaît.

Ce retentissement de l'interruption d'une fibre nerveuse sur la constitution du protoplasme de sa cellule d'origine est désigné, par Marinesco, sous le nom de *réaction à distance*. Cette réaction à distance ne survient pas seulement, dans les cellules radiculaires, à la suite de la section expérimentale des nerfs périphériques, mais, ce qui est beaucoup plus important au point de vue de la pathologie nerveuse, les mêmes modifications surviennent dans les cellules radiculaires dans les cas de névrite, c'est-à-dire à la suite de lésions pathologiques destructives des fibres nerveuses périphériques (Marinesco, Déjerine). Cette réaction à distance peut atteindre deux degrés : tant qu'elle n'intéresse que la substance chromatique, elle est réparable; dès qu'elle intéresse le réticulum achromatique elle est définitive. Ces modifications, dont la cellule nerveuse est le siège après la section de l'un ou de l'autre de ses prolongements, ont été désignées par Marinesco sous le nom de *dégénérescence de Nissl.*

Conclusion. La partie achromatique du protoplasme cellulaire est donc l'élément constituant principal de la cellule nerveuse; c'est de son état d'intégrité que dépend l'intégrité de l'axone et que dépend la vie même du neurone. La substance chromatique, au contraire, n'est qu'une substance de réserve. Elle s'accumule dans le protoplasme cellulaire pendant l'état de repos du neurone; elle diminue pendant son activité fonctionnelle; elle se désagrège et elle se dissout dès que le neurone est lésé en un point quelconque de ses prolongements ou protoplasmatiques ou cylindraxiles; elle n'existe d'ailleurs pas dans toute cellule nerveuse, elle n'est donc pas indispensable à la vie du neurone.

Cette substance chromatique, quand elle existe, se dépose dans le corps cellulaire et dans la partie voisine des gros troncs protoplasmatiques.

Nous avons vu, dans la leçon précédente, qu'en se basant sur le mode de répartition de la substance chromatique on pouvait diviser le neurone en une partie chromatique et une partie achromatique. La partie achromatique comprend le prolongement cylindraxile et tous les prolongements protoplasmatiques grêles, elle a comme fonction principale de servir à la conductibilité nerveuse ; la partie chromatique comprend la

masse de protoplasme englobant le noyau de la partie voisine des gros troncs protoplasmatiques. Elle sert à la fois à la transmission de l'influx nerveux par sa partie achromatique et à la nutrition de l'élément nerveux par sa partie chromatique. C'est toute cette partie du neurone, qui renferme de la substance chromatique, que nous avons proposée de considérer comme le véritable *corps cellulaire* doué de conductibilité indifférente.

Cajal admet aussi cette division du neurone en une partie exclusivement formée de substance achromatique (l'axone et les dendrites) et une partie formée à la fois de substance achromatique et de substance chromatique (corps cellulaire et partie voisine des gros troncs protoplasmatiques). Pour lui, la partie achromatique du neurone est une *partie fixe* tandis que la partie chromatique serait *contractile*. En se contractant, le corps cellulaire, diminuant de volume, suspendrait d'une part tous les contacts existant entre lui et les ramifications cylindraxiles péricellulaires et, d'autre part, la substance chromatique comprimant les trabécules de substance achromatique créerait des résistances au passage de l'influx nerveux à travers le corps cellulaire. C'est par ce mécanisme que Cajal expliquerait comment, dans certaines circonstances, une cellule nerveuse transmettrait encore certains ébranlements nerveux qui lui sont amenés par ses prolongements protoplasmatiques grêles (appareil de réception fixe de Cajal) et ne transmettrait plus d'autres ébranlements nerveux qui seraient directement transmis a son corps cellulaire (appareil de réception contractile de Cajal) par des ramifications cylindraxiles pericellulaires.

Cette hypothèse de Cajal ne nous parait pas en rapport avec les faits ; la partie contractile du protoplasme de la cellule nerveuse est, sans aucun doute, la partie achromatique, celle qui renferme la partie organisée, le réticulum protoplasmatique de toute cellule. Si cette partie est contractile dans le corps de la cellule nerveuse alors que ses mailles sont occupées pour la substance chromatique, à plus forte raison devrait-elle l'être dans le prolongement cylindraxile et dans les prolongements protoplasmatiques qui, eux, sont formés exclusivement de substance achromatique.

Structure et valeur fonctionnelle du noyau.

Pour terminer l'étude de l'organisation interne des neurones, il nous reste encore à étudier la structure du noyau et à rechercher sa valeur fonctionnelle. Mais ces problèmes excessivement complexes viennent à peine d'être posés. Il faudra encore des recherches nombreuses et variées pour les résoudre. Je dois donc me contenter de vous énumérer les quelques faits connus jusqu'à présent et qui tous tendent à prouver la valeur fonctionnelle importante que nous devons attribuer au noyau de la cellule nerveuse.

La structure du noyau paraît excessivement simple. Sur des coupes du névraxe fixées par l'alcool ou le sublimé corrosif et colorées par la méthode de Nissl, on trouve au centre du noyau des cellules des ganglions spinaux et de presque toutes les cellules de la corne antérieure de la moelle épinière un nucléole volumineux. De tout le pourtour du nucléole

on voit partir de fins trabécules anastomosés les uns avec les autres et qui s'étendent jusque contre la face profonde de la membrane nucléaire. Ils représentent la partie organisée du caryoplasme baignant dans un liquide incolore : l'enchylème (Carnoy).

Quant à la valeur fonctionnelle du noyau, voici les résultats plus ou moins concordants qu'a fournis l'étude comparative du noyau dans les différents états fonctionnels du neurone.

Magini a constaté que, dans les grandes cellules nerveuses du lobe électrique de la torpille tuée brusquement, le noyau occupe toujours une position excentrique et se trouve orienté vers le prolongement cylindraxile, les nucléoles étant en contact avec la membrane nucléaire. Si, au contraire, on laisse mourir la torpille lentement sous l'eau, on trouve les nucléoles au centre du noyau et le noyau lui-même n'est plus orienté vers le point d'origine de l'axone.

Dans ses recherches sur les modifications que déterminent dans les cellules nerveuses soit l'excitation électrique prolongée (cellules des ganglions spinaux), soit la fatigue normale (cellules des ganglions spinaux et cellules de l'écorce cérébrale), Hodge a observé, d'une façon constante, à côté d'une diminution du volume du corps cellulaire et d'une diminution dans la quantité de substance chromatique, une diminution considérable dans le volume du noyau, des modifications dans sa forme extérieure et une augmentation de sa substance chromatique.

Dans ses recherches sur les cellules nerveuses des ganglions sympathiques excités pendant un temps variable, Vas a constaté que le noyau de la cellule excitée pendant 15 minutes par un courant électrique était notablement plus volumineux, il était comme gonflé, il occupait la zone périphérique du protoplasme cellulaire, quelquefois même il faisait saillie en dehors de la cellule. Après avoir excité pendant quelques heures par un courant induit faible un nerf spinal un peu en dessous de son ganglion intervertébral, Vas a trouvé dans les cellules de ce ganglion des noyaux ratatinés et d'aspect granuleux. Ces modifications avaient disparu après un repos de 24 heures.

Mann, qui a repris les recherches de Vas, a constaté également que l'activité cellulaire est accompagnée d'un agrandissement du noyau et des nucléoles. Il signale, dans les cellules nerveuses fatiguées, une rétraction du noyau et la formation d'une substance chromatique diffuse.

Hodge a comparé les cellules nerveuses d'un enfant nouveau-né avec les cellules nerveuses d'un vieillard mort à 92 ans ; il a trouvé que chez le vieillard les noyaux sont ratatinés et que les nucléoles ne se colorent

plus avec l'acide osmique, tandis que chez l'enfant nouveau-né les noyaux sont gros, ronds et clairs; les nucléoles sont volumineux et se colorent avec intensité.

Lugaro a repris avec plus de soins les expériences de Vas ; il conclut de ses recherches que, dans les états moyens de l'activité cellulaire, le noyau ne présente pas de changement de volume, mais que quand l'activité est continue et que la cellule se fatigue le noyau présente, moins intensément et plus tardivement, les mêmes modifications que le protoplasme, c'est-à-dire un état de turgescence au commencement de l'activité cellulaire, une diminution de volume dès qu'on pousse l'activité jusqu'à la fatigue.

De toutes ces recherches sur les modifications que déterminent dans le protoplasme cellulaire et dans le noyau l'activité cellulaire normale et l'activité poussée jusqu'à la fatigue, il résulte donc :

Pour le *protoplasme cellulaire : a)* pendant l'*activité normale :* une turgescence entraînant à sa suite une augmentation de volume du corps cellulaire accompagnée d'une diminution dans la quantité de la substance chromatique ;

b) pendant l'*activité poussée jusqu'à la fatigue :* une diminution ou une rétraction du protoplasme cellulaire :

Pour le *noyau* ;

a) pendant l'*activité normale :* une turgescence du noyau amenant une augmentation de son volume

b) pendant l'*activité poussée jusqu'à la fatigue* : une diminution de volume du noyau, une déformation du noyau, son déplacement vers la périphérie du corps et des modifications dans sa partie chromatique.

Un point important encore à noter, c'est que toutes les modifications du protoplasme cellulaire commencent dans le voisinage immédiat du noyau. Elles semblent être sous la dépendance du noyau. La conclusion qui ressort de tous ces faits c'est que le noyau représente pour le neurone un élément constituant de la plus haute importance.

Les résultats de toutes ces recherches expérimentales semblent être en désaccord avec les conclusions que Pergens a formulées à la suite de ses recherches intéressantes sur l'action que la lumière exerce sur les éléments constituants de la rétine des poissons. Pergens a constaté, à côté d'une rétraction du corps cellulaire et des prolongements qui en dépendent, une diminution du volume des noyaux ainsi qu'une diminution de leur chromatine sous l'influence de l'excitant lumineux.

Il a conclu de ses recherches que l'*activité normale* des cellules rétiniennes, depuis les cellules visuelles (cônes et bâtonnets) jusqu'aux cellules ganglionnaires s'accompagnait d'une rétraction du protoplasme cellulaire, d'une rétraction du noyau

en même temps que d'une diminution dans la quantité de chromatine de ces derniers.

Si l'on examine cependant les conditions spéciales dans lesquelles Pergens a opéré, on arrive à la conclusion que les modifications qu'il signale ne sont pas dues, comme il le pense, à l'*activité normale* des cellules rétiniennes, mais qu'elles semblent être plutôt l'expression de la suractivité à laquelle ces cellules ont été soumises, c'est-à-dire l'expression de l'*état de fatigue*. En effet, les rétines en activité, que Pergens a comparées avec des rétines au repos, provenaient de poissons qui avaient été maintenus d'une façon constante à la lumière ordinaire du jour. Nous sommes tenté de croire que Pergens aurait obtenu des résultats quelque peu différents si, après avoir maintenu ses animaux dans l'obscurité complète, il en avait exposé quelques-uns à la lumière du jour seulement pendant quelques minutes. Dans ces conditions-là, il aurait eu sous les yeux les modifications qui surviennent dans les cellules de la rétine quand elles passent de l'état du repos à l'état de l'activité.

Ce qui prouve encore le rôle important qui doit revenir au noyau dans les différents états fonctionnels du neurone, c'est que les modifications, désignées sous le nom de dégénérescence de Nissl, qui surviennent dans le protoplasme cellulaire à la suite de la section ou de la lésion de son axone, commencent tout d'abord dans le voisinage immédiat du noyau; ces modifications semblent être sous la dépendance du noyau; de plus celui-ci quitte sa place au centre du corps cellulaire et émigre vers la périphérie. D'ailleurs Nissl admet, pour les cellules caryochromes, c'est-à-dire les cellules dont le protoplasme cellulaire est toujours dépourvu de substance chromatique, que l'état chromatique du noyau présente des variations manifestes dans les différents états fonctionnels.

De toutes les recherches expérimentales faites dans le but d'étudier les modifications qui accompagnent l'activité physiologique des neurones, il semble donc résulter que l'activité de la cellule nerveuse est accompagnée d'une turgescence de son protoplasme cellulaire et d'une turgescence de son noyau, turgescence qui se manifeste au-dehors par une augmentation de volume du noyau et du corps cellulaire.

Cette turgescence du protoplasme cellulaire liée à l'activité du neurone se manifeste de la façon la plus évidente au niveau du corps de la cellule nerveuse.

Elle a son siège dans la partie achromatique du corps cellulaire, elle est consécutive à la désagrégation des blocs de substance chromatique, elle est plus que probablement la conséquence de la dissolution des granulations chromatophiles dans l'enchylème du protoplasme. Cette turgescence et l'augmentation de volume qui en est la conséquence doivent nécessairement se produire aussi, quoique à un degré beaucoup moindre, dans les prolongements protoplasmatiques et dans le prolongement cylin-

draxile, puisque ces deux espèces de prolongements, formés de substance achromatique, se continuent directement avec la partie achromatique du corps cellulaire.

L'augmentation de volume des dernières ramifications protoplasmatiques et cylindraxiles, quelque minime qu'elle soit, aura pour conséquence inévitable de rendre les contacts entre neurones distincts plus nombreux et plus intimes; par là elle facilitera inévitablement la transmission des ébranlements nerveux et augmentera le degré de l'activité psychique.

Dès que la cellule nerveuse a épuisé sa substance de réserve, la substance chromatique, elle devient inapte à toute activité; le corps cellulaire et le noyau diminuent alors de volume : la cellule passe à l'*état de fatigue.* Cette diminution de volume retentira sur les prolongements protoplasmatiques et sur les dernières ramifications du prolongement cylindraxile. Elle aura pour conséquence immédiate de diminuer les contacts entre neurones distincts, d'augmenter les obstacles au passage de l'influx nerveux et d'affaiblir considérablement l'activité cérébrale.

Pour interpréter le mécanisme anatomique des phénomènes psychiques, il n'est donc pas nécessaire de recourir à des mouvements amiboïdes tout à fait hypothétiques comme l'ont fait Mathias Duval et Lépine; mais uniquement et simplement aux modifications qu'entraînent dans le protoplasme cellulaire l'activité propre de la cellule nerveuse. C'est là la manière de voir de Lugaro, laquelle, dans l'état actuel de la science, nous parait être en concordance parfaite avec les faits d'observation.

La Neuroglie.

Le second tissu qui entre dans la constitution du système nerveux central est un tissu de soutien appelé *neuroglie.*

On trouve, dans l'axe cérébro-spinal, deux espèces de cellules qui appartiennent à ce tissu : les *cellules épendymaires* et les *cellules de Deiters,* appelées encore *cellules en araignée, cellules de neuroglie* proprement dites ou *astrocytes.*

Les *cellules épendymaires* forment le revêtement épithélial de toutes les cavités centrales de l'axe cérébro-spinal. On savait depuis longtemps que les cavités ventriculaires et le canal central de la moelle épinière étaient tapissés par un épithélium cylindrique. Golgi, le premier, a montré que ces cellules épithéliales possèdent, au moins chez l'embryon, un prolongement périphérique qui traverse toute l'épaisseur de l'axe cérébro-spinal pour aller se terminer en dessous de la pie-mère enveloppante. Ces cellules épendymaires ont été retrouvées, avec la même disposition

typique, dans le système nerveux central de tous les vertébrés, au moins pendant les premiers temps du développement embryologique. Chez les batraciens et chez un certain nombre de poissons, ces cellules épendymaires

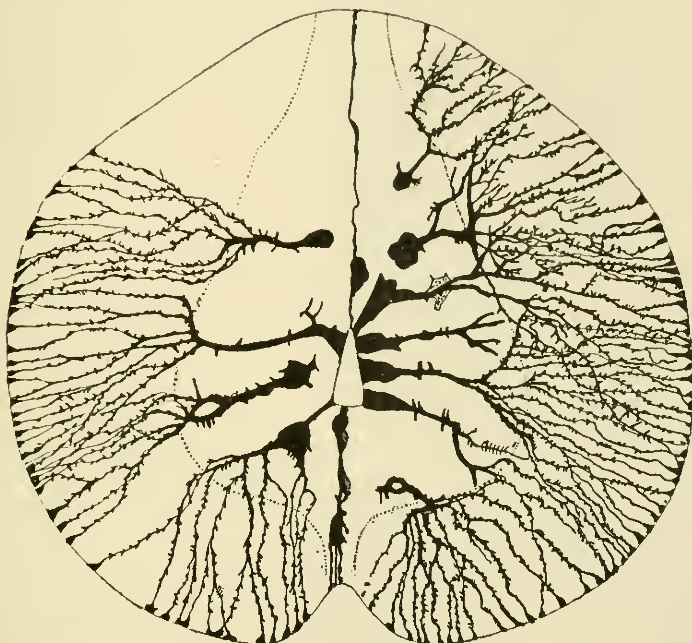


FIG. 178.
Cellules épendymaires de la moelle épinière d'une jeune salamandre.

conservent, même chez l'adulte, leur disposition primitive. Dans le système nerveux central de la salamandre, FIG. 178, ces cellules sont remarquables par le développement de leur corps cellulaire situé dans le voisinage immédiat de la coupe du canal central et par les nombreuses branches de division et de subdivision qui naissent de leur prolongement périphérique et qui toutes vont se terminer, par un petit cône épaissi, à la surface du névraxe. Chez les vertébrés supérieurs, les oiseaux et les mammifères, ces cellules se présentent sous une forme beaucoup plus simple. Pendant les premiers temps du développement embryonnaire, elles s'étendent depuis la cavité ventriculaire jusqu'à la surface libre du névraxe, FIG. 179. Elles ne conservent cette disposition embryonnaire qu'à certains endroits de l'axe nerveux de l'adulte et notamment sur toute l'étendue du plan médian au devant et en arrière de la coupe des cavités ventriculaires. Partout ailleurs ces cellules se modifient en ce sens, que

leur prolongement périphérique s'atrophie et disparait presque complètement. Ces modifications surviennent de bonne heure dans la moelle épinière de l'homme; c'est ainsi que sur des coupes provenant de la

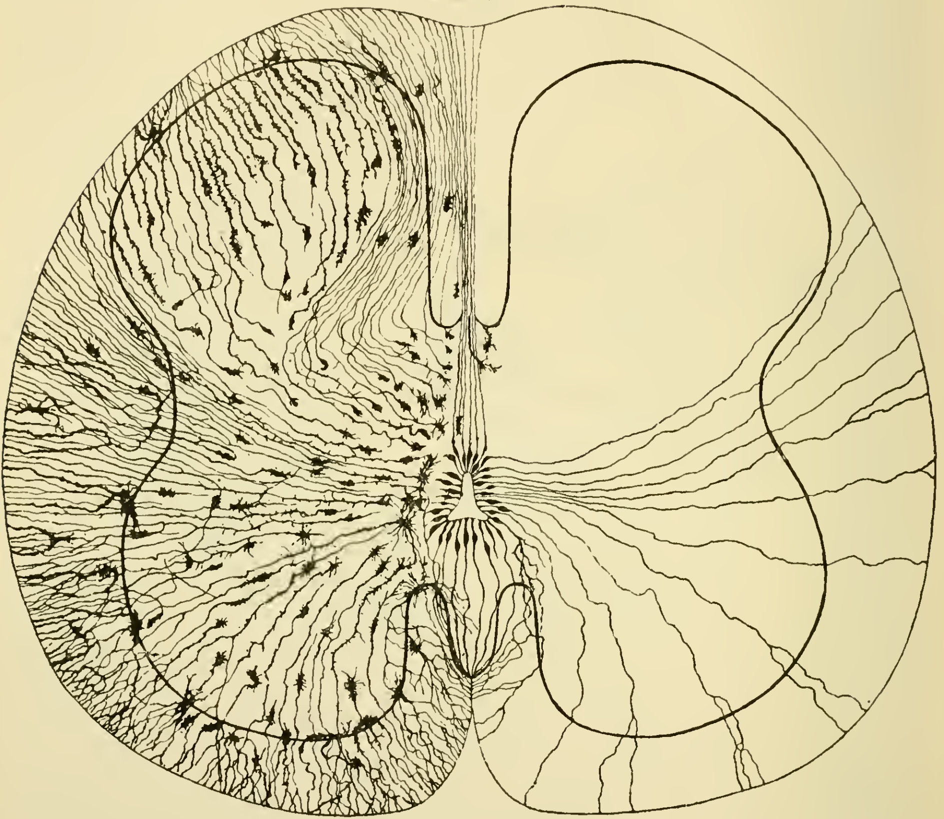


Fig. 179.

Coupe transversale de la moelle épinière d'un embryon humain de 14 centimètres montrant la disposition de la neuroglie. A droite les cellules épendymaires, à gauche les cellules de neuroglie (d'après v. Lenhossek).

moelle d'un embryon de 32 centimètres de longueur, fig. **180**, on voit le prolongement périphérique de toutes les cellules épendymaires qui tapissent les parois latérales du canal central se terminer dans le voisinage immédiat de ce dernier. Seules les cellules épendymaires médianes antérieures et postérieures s'étendent jusqu'à la surface de la moelle, les unes jusqu'au fond de la fissure médiane antérieure, les autres jusqu'au fond du sillon médian postérieur.

Ces cellules épendymaires proviennent des cellules épithéliales qui,

avec les cellules germinatives, constituent primitivement toute l'épaisseur de la paroi du canal neural primitif. Nous avons dit que dès que les cellules germinatives cessent de se multiplier elles prennent le nom de *neuroblastes* que His leur a donné. Par opposition à ces neuroblastes, His appelle *spongioblastes* les cellules épithéliales primitives. Les neuroblastes se transforment en neurones, les spongioblastes en cellules épendymaires.

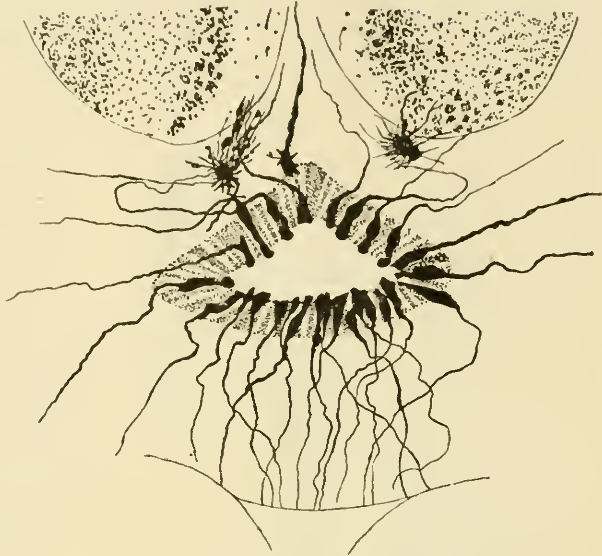


Fig. **180**.
Cellules épendymaires de la moelle lombaire d'un enfant né à 7 mois.

En dehors des cellules épendymaires, on trouve, dans toute l'étendue de la substance blanche et de la substance grise de l'axe cérébro-spinal, un grand nombre de cellules spéciales, de volume variable, pourvues de nombreux prolongements grêles, raides et rarement bifurqués. Tantôt ceux-ci sont très courts et transforment la cellule en une boule épineuse : d'autres fois, ils sont plus longs et transforment la cellule en une espèce de rosace, fig. **181**. Le plus souvent, ils sont excessivement longs et grêles et s'étendent à une distance variable de la

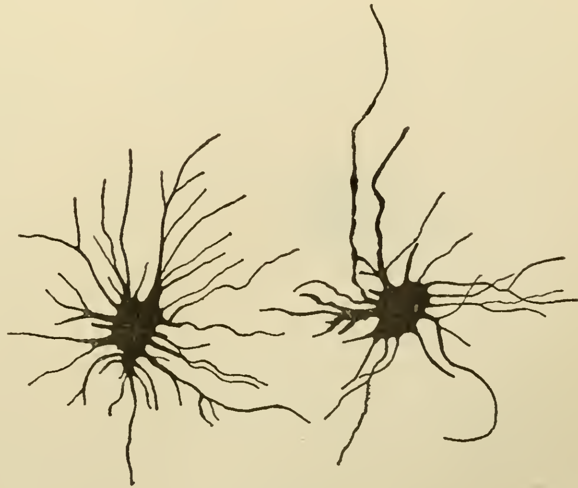


Fig. **181**.
Cellules de neuroglie de la substance blanche du cerveau de l'homme.

cellule d'origine, FIG. 182 et 183. Tous ces prolongements se terminent librement sans anastomoses. Ces cellules sont connues depuis longtemps; on leur a donné, à cause de leur aspect spécial, le nom de *cellules en araignée*; on les appelle encore *cellules de Deiters*. Actuellement, on les désigne généralement sous le nom de *cellules de neuroglie* ou encore sous le nom d'*astrocytes*. Quelques auteurs, tels que RANVIER et WEIGERT, considèrent les prolongements longs et grêles comme indépendants des cellules et les décrivent sous le nom de *fibres de neuroglie*. Les imprégnations obtenues par le chromate d'argent prouvent, en toute évidence, que ces fibres indépendantes n'existent pas, qu'elles ne représentent que les prolongements des cellules, de telle sorte que le tissu de neuroglie est formé exclusivement de cellules enchevêtrées par leurs prolongements.



FIG. 182.
Quelques cellules de neuroglie de la moelle épinière d'un embryon de veau.

WEIGERT vient de publier tout récemment un travail important sur la structure de la neuroglie; dans ce travail il relate les résultats que lui a donnés une méthode de coloration spéciale découverte par lui et qui a de remarquable qu'elle colore, dans le système nerveux central de l'homme, tous les éléments constituants de la neuroglie à l'exclusion de tous les éléments nerveux. En se basant sur ces recherches, WEIGERT s'efforce de

démontrer que, chez l'homme adulte au moins, la neuroglie se compose de deux éléments indépendants l'un de l'autre : des cellules et des fibres; de ces deux éléments les fibres doivent être considérées comme représentant l'élément constituant principal, essentiel de la neuroglie. Ces fibres de neuroglie ne sont pas les prolongements des cellules, mais des éléments indépendants des cellules, éléments complètement différentiés du protoplasme cellulaire, quelque chose d'analogue aux fibres du tissu conjonctif ou aux fibres du tissu élastique.

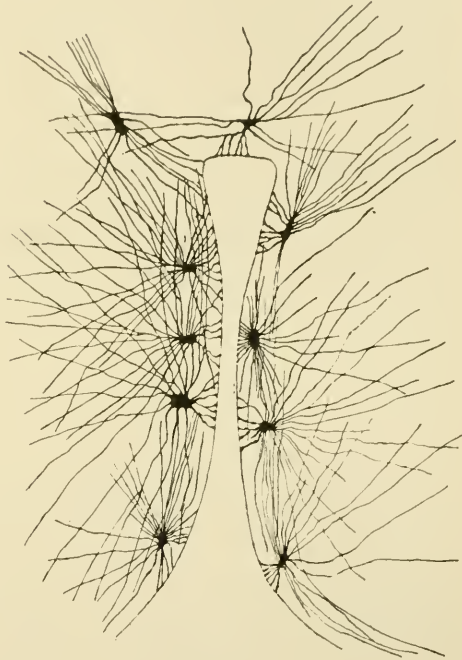


Fig. 183.
Cellules de neuroglie dans la partie inférieure du myélencéphale d'un enfant nouveau-né.

Ces conclusions de Weigert reposent sur un fait incontestable : avec la méthode de coloration découverte par ce savant, le corps protoplasmatique des cellules de neuroglie reste incolore, tandis que les prolongements — qui, d'après les résultats fournis par la méthode de Golgi, dépendent de ce corps cellulaire, c'est-à-dire les *fibres de neuroglie* de Weigert — se colorent intensément, fig. 184. De ce fait incontestable Weigert tire cette conclusion, à laquelle tout le monde doit souscrire, c'est que la constitution chimique doit être différente dans le corps cellulaire et dans les prolongements qui en dépendent. Mais cette différence dans la constitution chimique ne prouve en aucune façon que ces deux parties chimiquement différentes, fibres et corps cellulaire, ne soient pas deux parties dependant d'une seule et même cellule. Vous avez vu, au cours de Biologie cellulaire de M. Carnoy, que la membrane cellulaire de la plupart des cellules végétales présente une constitution chimique complètement différente de celle du corps protoplasmatique; il n'est venu à l'esprit d'aucun observateur de se baser sur ce fait pour admettre que la membrane des cellules végétales est quelque chose d'indépendant de la cellule elle-même; bien au contraire, toutes les recherches tendent à prouver qu'elle n'est qu'un produit de différentiation du protoplasme cellulaire. Nous avons

vu que, avec la méthode de Nissl, on peut prouver qu'il existe, dans le protoplasme de la cellule nerveuse, une partie chromatique et une partie achromatique. Ces deux parties sont nécessairement de constitution chimique différente puisqu'elles se comportent différemment vis-à-vis du bleu de méthylène; cela n'empêche qu'elles représentent les éléments constituants du protoplasme de la même cellule nerveuse. Toute cellule nerveuse possède deux espèces de prolongements : un prolongement cylindraxile et des prolongements protoplasmatiques ; ces deux espèces de prolongements ne doivent pas avoir une constitution chimique absolument identique puisqu'il y a des matières colorantes qui mettent en évidence le prolongement cylindraxile tout en ne colorant pas les prolongements protoplasmatiques, et cependant malgré cette constitution chimique différente nous considérons les deux espèces de prolongements, non comme des fibres distinctes et indépendantes, mais comme des parties qui dépendent de la même cellule



Fig. 184.
Cellules et fibres de neuroglie (d'après Weigert).

nerveuse. Il en est de même pour les cellules de neuroglie. Colorées par la méthode de Weigert, le protoplasme reste incolore tandis que les prolongements fixent la matière colorante, fig. 184; il s'en suit que les prolongements doivent avoir une constitution chimique différente, au moins en partie, de celle du protoplasme cellulaire; mais il ne s'en suit nullement que les deux parties, cellules de neuroglie et fibres de neuroglie, ne

puissent dépendre d'un même élément et représenter, l'une, le corps cellulaire et, l'autre, les prolongements d'une même cellule. C'est ce que prouvent, d'ailleurs, en toute évidence, les résultats fournis par la méthode de Golgi.

La nouvelle méthode de Weigert est excellente pour nous donner une idée exacte de la quantité de tissu de neuroglie qui existe dans le système nerveux et du mode de répartition de ce tissu dans les diverses parties du névraxe, mais elle n'est nullement en état, à notre avis, de fournir la preuve qu'il existe, dans le tissu de neuroglie, des cellules et des fibres indépendantes.

Les auteurs ne sont pas d'accord sur l'origine des cellules de neuroglie. Les uns les considèrent comme des cellules conjonctives venues du dehors avec le tissu conjonctif qui enveloppe les artérioles et les veinules. Les autres sont d'avis que ces cellules en araignée ne représentent que des cellules épendymaires modifiées, qui, par atrophie de leur prolongement central, ont perdu toute connexion avec la cavité ventriculaire. Les observations que nous avons faites sur les moelles embryonnaires de poulet nous font partager cette seconde manière de voir.

Nous avons dit, dans une de nos leçons précédentes, que deux espèces de *tissus* prennent part à la constitution du système nerveux central : le *tissu nerveux* et le *tissu neuroglique ;* ces expressions ne sont pas tout-à-fait exactes. Il n'y a pas de *tissu nerveux* formé exclusivement de cellules nerveuses comme il n'y a pas de *tissu de neuroglie* formé exclusivement de cellules de neuroglie. Nous aurions dû dire qu'il y a deux espèces d'*éléments* qui prennent part à la constitution du névraxe : des éléments nerveux ou les *neurones* et des éléments de neuroglie ou les *astrocytes.* Tous ces éléments sont indépendants l'un de l'autre et c'est le mélange intime des cellules nerveuses et des cellules de neuroglie qui donne naissance à un tissu spécial : le tissu nerveux.

Valeur fonctionnelle de la neuroglie.

Un rôle incontestable que les éléments neurogliques remplissent dans l'édification du système nerveux central, c'est celui que les lésions pathologiques mettent en pleine évidence : dès qu'en un point quelconque il y a disparition de fibres nerveuses ou de cellules nerveuses, les éléments neurogliques se multiplient pour venir occuper l'espace laissé libre par la disparition des parties nerveuses. Les parties du système nerveux ainsi envahies par les cellules de neuroglie portent le nom de *parties sclérosées.*

Golgi et ses élèves, de même que Nansen, admettent que les prolongements protoplasmatiques des cellules nerveuses servent uniquement et exclusivement à la nutrition des éléments nerveux; ces prolongements protoplasmatiques, pour remplir cette fonction de nutrition, se mettraient en connexion avec la paroi des vaisseaux et avec les prolongements des cellules de neuroglie; celles-ci interviendraient donc également comme appareil de nutrition des neurones. Mais ces connexions morphologiques entre les prolongements des cellules nerveuses et les cellules de neuroglie n'existent pas.

P. Ramon, Cajal et Cl. Sala défendent l'idée que les éléments de neuroglie ont pour fonction de s'interposer principalement entre les fibres nerveuses afin de les isoler les unes des autres et d'empêcher ainsi les contacts nuisibles à la transmission de l'influx nerveux. Weigert fait remarquer à juste titre que si telle est la fonction des cellules de neuroglie, il est étrange que ces cellules prédominent alors dans la substance blanche ou les fibres sont suffisamment isolées les unes des autres par leur gaine de myéline et qu'elles existent beaucoup moins développées dans la substance grise, précisément là où les ramifications cylindraxiles dépourvues de gaine de myéline doivent s'entrecroiser les unes avec les autres pour se mettre en contact avec les prolongements protoplasmatiques et avec le corps des cellules nerveuses.

Lloyd Andriezen a déjà fait remarquer que les cellules de neuroglie sont généralement plus abondantes autour des vaisseaux. Il en a conclu que cette couche de cellules de neuroglie pourrait bien avoir pour fonction de protéger les éléments nerveux contre les dilatations brusques de ces vaisseaux sous l'influence de l'ondée sanguine qu'y amène chaque pulsation cardiaque. Weigert appelle à son tour l'attention sur l'épaisse couche de neuroglie qui enveloppe tout le système nerveux central. En présence de ces faits il est porté à admettre qu'au moins une des fonctions des éléments de neuroglie serait de protéger les éléments nerveux contre les influences mécaniques venues du dehors.

Cajal est tenté d'attribuer aux cellules de neuroglie un rôle beaucoup plus important.

Nous avons vu, dans une des leçons précédentes, que ce savant a critiqué l'hypothèse de Duval et de Lépine, d'après laquelle les ramifications terminales des prolongements des cellules nerveuses seraient douées de mouvements amiboïdes, grâce auxquels les connexions entre neurones distincts pourraient, dans des circonstances données, ou s'interrompre ou devenir plus intimes.

Dans le jeu des phénomènes psychiques, Cajal considère les neurones comme fixes; l'élément variable pour lui, celui dont les contractions ou les dilatations ont pour but d'établir ou de suspendre les connexions entre les différents neurones, serait représenté par les cellules de neuroglie.

Cajal distingue trois espèces de cellules de neuroglie : les *cellules de neuroglie de la substance blanche*, les *cellules neurogliques péri-vasculaires* et les *cellules de neuroglie de la substance grise.*

Les cellules neurogliques de la substance blanche sont volumineuses et pourvues de prolongements raides, lisses, à contours bien délimités. Ces éléments sont fixes. Ils auraient pour fonction de s'interposer entre les fibres nerveuses de la substance blanche comme élément mauvais conducteur des courants nerveux, ils auraient en même temps pour fonction de faciliter la circulation de la lymphe.

Les cellules neurogliques péri-vasculaires n'existent que dans le voisinage immédiat des capillaires de la substance grise. Un ou plusieurs des prolongements de ces cellules de neuroglie vont s'insérer sur la face externe de l'endothélium des capillaires. Sur les parois de chaque capillaire s'insèrent, d'après Cajal, des douzaines de ces prolongements rayonnants dans tous les sens. Nous avons vu que Andriezen et Weigert avaient attribué à ces cellules de neuroglie péri-vasculaires un *rôle passif* : celui de protéger les éléments nerveux voisins contre les dilatations brusques des capillaires. Cajal leur fait jouer un *rôle actif* : il considère tous leurs prolongements comme des pseudopodes s'insérant sur la paroi des capillaires et dont la contraction active a pour résultat immédiat de produire des dilatations locales des vaisseaux et, par là, des congestions physiologiques liées à l'intensité plus ou moins grande des processus psychiques.

Les cellules de neuroglie de la substance grise présentent une physionomie particulière, tout-à-fait caractéristique. Leur forme est variable : tantôt elles sont pourvues de prolongements courts et épais, d'autres fois elles présentent des prolongements longs, nombreux, hérissés de ramilles secondaires et tertiaires. Ces deux formes correspondent, d'après Cajal, à deux états physiologiques distincts des mêmes cellules neurogliques : le premier c'est l'état de contraction, le second l'état de relâchement, Cajal fait remarquer que ces cellules sont surtout abondantes dans les régions du névraxe où les contacts sont nombreux entre neurones distincts, comme par exemple, dans la couche moléculaire de l'écorce cérébrale. Quand ces cellules de neuroglie sont à l'état de relâchement, dit Cajal, leurs prolongements s'allongent, se couvrent de ramilles secondaires et tertiaires; celles-ci s'engagent entre les ramifications protoplasmatiques et

cylindraxiles, écartent ces ramifications les unes des autres et interrompent les contacts. De cette façon s'expliquerait le sommeil soit normal, soit artificiel.

Quand, au contraire, les cellules de neuroglie sont en état de contraction : leurs prolongemenls se raccourcissent, les ramilles secondaires et tertiaires se retirent et le contact entre neurones se rétablit.

Les cellules cérébrales passent donc de l'état de repos à l'état d'activité par la contraction des prolongements des cellules de neuroglie. Cette contraction, dit Cajal, peut se faire automiquement ou bien peut avoir lieu sous l'influence de la volonté.

Si cette manière de voir devait être conforme à la réalité nous devions renverser toutes les idées actuellement régnantes sur l'organisation interne du système nerveux central et sur la valeur relative des éléments qui entrent dans sa constitution. Tous les auteurs ont toujours crû jusqu'ici que, des deux éléments constituants du névraxe : les cellules nerveuses et les cellules de neuroglie, les premiers représentaient l'élément important, l'élément actif par excellence, le second n'étant qu'un élément ou de remplissage, ou de soutien, venant s'interposer entre les neurones. Et voilà que du coup les rôles seraient renversés : l'élément conducteur serait toujours la cellule nerveuse, mais cette cellule ne jouerait plus qu'un rôle passif, qu'un rôle tout-à-fait secondaire dans le mécanisme des phénomènes nerveux; le rôle principal, le rôle important, le seul rôle actif reviendrait aux cellules de neuroglie de la substance grise dont les contractions ou les dilatations régleraient ou la mise en activité ou la mise au repos de toutes les fonctions cérébrales. Nous n'agirions plus, de par notre volonté, directement sur les cellules nerveuses de l'écorce, mais uniquement sur les cellules de neuroglie interposées entre ces dernières.

C'est là une conclusion à laquelle il nous est impossible de souscrire.

Cette hypothèse sur le mécanisme anatomique des phénomènes psychiques se trouve d'ailleurs combattue par Cajal lui-même dans un travail publié quelques mois plus tard et dans lequel il admet que certaines connexions entre neurones distincts peuvent s'établir ou se suspendre par la contraction de la partie du corps cellulaire occupé par les granulations chromatophiles. Le neurone ne serait donc plus un *élément fixe* dans toute son étendue. Il ne serait *fixe* que dans ses prolongements protoplasmatiques et cylindraxiles, tandis qu'il serait contractile dans son corps cellulaire.

Outre le tissu nerveux et le tissu de neuroglie, tous deux d'origine ectodermique, on trouve encore dans la structure de l'axe cérébro-spinal des éléments d'origine mésodermique : les vaisseaux sanguins.

Littérature.

FLEMMING : *Vom Bau der Spinalganglienzellen.* Beiträge zur Anatomie und Embryologie als Festgabe für J. Henle von seinen Schülern, 1882. — FLESCH : *Structurverschiedenheiten der Ganglienzellen in Spinalganglien.* Tagebl. der 57 Vers. deutsch. Naturforscher u. Aerzte. Magdeburg, 1884. — *Ueber die Nervenzellen in den peripheren Ganglien.* Tageblatt der Naturforscher Gesellsch. zu Strassburg. — FLESCH und KONEFF : *Bemerkungen über die Structur der Ganglienzellen.* Neurolog. centralbl., 1886. — H. KONEFF : *Beiträge zur Kenntniss der Nervenzellen in der peripheren Ganglien.* Inaugural-Dissertation, Bern, 1886. — A. GITISS : *Beiträge zur vergleichende Histologie der peripheren Ganglien.* Inaug.-Dissertation, Bern, 1887. — KOTLAREVSKY : *Physiologische und mikrochemische Beiträge zur Kenntniss der Nervenzellen.* Inaug.-Dissert., Berne, 1887. — VAS : *Studien über den Bau des Cromatins in der sympathischen Ganglienzellen.* Archiv. f. mikr. Anat., Bd. 40, 1892. — LAMBERT : *Note sur les modifications produites par l'excitation électrique dans les cellules nerveuses des ganglions sympathiques.* Comptes rendus de la société de Biologie, 4 Nov. 1893. — HODGE : *Some Effects of Stimulating Ganglion Cells.* American Journal of Psychologie, vol. I, 1889. — *Some Effects of Electrically Stimulating Ganglion Cells.* Dissertation. American Journ.-Psych., vol. II, 1889. — *The process of recovery from the fatigue occasioned by the electrical stimulation of Ganglion Cells.* American Journ. Psych., vol. III, 1891. — *A Microscopical Study of Changes due to functional Activity in Nerve Cells.* Journal of Morphology, vol. VII, 1892. — MANN : *Histological changes induced in sympathetic, motor and sensory nerve cells by functional activity.* Journal of Anat. and Phys., Bd. XXIX, 1894. — LUGARO : *Sulle modificazioni delle cellule nervose nei diversi stati funzionali.* Lo sperimentale, Anno XLIX, 1895. — MARINESCO : *Des lésions primitives et des lésions secondaires de la cellule nerveuse.* Comptes rendus de la société de Biologie, 25 Janvier 1896. — *Des polynévrites en rapport avec les lésions secondaires et les lésions primitives des cellules nerveuses.* Revue neurologique, 15 Mars 1896. — CAJAL : *Estructura del protoplasma nervioso.* Revista trimestral micrografica. Vol. I, fasc. 1, 1896. — CARNOY : *La Biologie cellulaire,* Lierre, 1884. — MAGINI. *L'orientation des nucléoles des cellules nerveuses motrices dans le lobe électrique de la torpille, à l'état d'excitation.* Arch. ital. de Biologie, t. XXII, 1894. — HODGE : *Die Nervenzelle bei der Geburt und beim Tode an Alterschwache.* Anatom. Anz., 1894. — PERGENS : *Action de la lumière sur les éléments nerveux de la rétine.* Communication faite par HEGER. Bullet. de l'Acad. royale de médecine de Belgique, t. X, 1896. — LUGARO : *Snlle modificazioni delle cellule nervose nei diversi stati funzionali.* Lo sperimentale, Anno XLIX, 1895. — HIS : *Die Neuroblasten und deren Entstehung im embryonalen Mark.* Abhandl. d. math.-phys. Cl. d. Königl. Sächs. Geselsch. d. Wiss., Leipzig, 1889. — RANVIER : *De la névroglie.* Comptes rendus, 5 juin 1882. — *De la névroglie.* Archives de physiologie normale et pathologique, 1883. — WEIGERT : *Bemerkungen über das Neurogliagerüst des menschlichen Centralnervensystems.* Anatomischer Anzeiger. 1890. — *Zur pathologischen Histologie des Neurogliafasergerüsts.* Centralbl. für Allgem. Pathologie und pathol. Anatomie, 1890. — *Beiträge zur Kenntniss der normalen menschlichen Neuroglia.* Festschrift

zum fünfzigjährigen Jubiläum des ärztlichen Vereins zu Francfurt a. M., 1895. — P. RAMON : *Investigaciones de histologia comparada sobre los centros opticos de los vertebrados.* Tesis del doctorado, 1890. — CAJAL : *Signification fisiologica de las expansiones nerviosas y protoplasmaticas de las celulas de la substancia gris.* Barcelone. 1891. — SALA Y PONS : *La Neuroglia de los Vertebrados.* Tesis del doctorado, Madrid, 1894. — LLOYD ANDRIEZEN : *On a system of fibre-cells surrounding the blood-vessels of the brain of Man and Mammals.* Internat. Monatsschrift, 1893. — CAJAL : *Algunas conjeturas sobre el mecanismo anatomico de la ideacion, asociacion y atencion*, Madrid, 1895. — *Estructura del protoplasma nervioso*, Revista trimestral micrografica, Vol. 1, fasc. 1. 1896.

TREIZIÈME LEÇON

La structure interne de la moelle épinière.

Mode de répartition de la substance blanche et de la substance grise dans la moelle épinière étudié dans une série de coupes transversales. — Les éléments nerveux de la substance blanche. — Dégénérescence secondaire. — Distinction morphologique entre neurones moteurs et neurones sensitifs. — Schéma général de la structure du névraxe. — Méthode de Marchi. — Place occupée par les fibres motrices, les fibres sensitives et les fibres des voies courtes.

Tout le système nerveux cérébro-spinal, avons-nous vu, est formé de deux substances : la substance blanche et la substance grise.

Pour nous orienter dans la structure interne de la moelle épinière, nous devons voir tout d'abord comment ces deux substances y sont réparties. Pour cela, nous aurons recours à l'étude de coupes transversales. Mais les relations qui existent entre la substance blanche et la substance grise varient quelque peu aux différentes hauteurs de la moelle épinière, nous sommes donc obligé de pratiquer des coupes dans les différentes régions de la partie médullaire de l'axe cérébro-spinal.

Nous étudierons d'abord une coupe de la partie moyenne de la moelle cervicale au niveau de l'origine du quatrième nerf cervical. Nous comparerons alors, à cette coupe type, des sections faites dans le renflement cervical, dans la moelle dorsale, dans le renflement lombaire et dans le cône terminal, pour faire ressortir les modifications qui, à ces différents niveaux, pourraient survenir dans la configuration de la substance grise et de la substance blanche.

Prenons d'abord la coupe de la moelle cervicale, FIG. 185.

Ce qui frappe sur cette coupe, c'est que la moelle est divisée presque complètement en deux moitiés symétriques : en avant, par la *fissure médiane antérieure (fissura mediana anterior)*, en arrière, par le *sillon médian postérieur (sulcus medianus posterior)* et le *septum médian dorsal* ou *postérieur*. La fissure médiane antérieure que nous avons décrite sur la face antérieure de la moelle est large et profonde. Elle s'enfonce dans la moelle épinière sur environ un tiers de son épaisseur. Elle est occupée par un repli de

la pie-mère. Le *sillon médian postérieur* est tout à fait superficiel. On voit partir de ce sillon une cloison médiane, le *septum médian dorsal*, pénétrant dans la moelle jusque vers le milieu de son épaisseur. Ce septum médian dorsal n'est pas une dépendance de la pie-mère comme on l'a cru pendant longtemps ; mais, comme v. LENHOSSEK l'a montré le premier, ce septum est constitué exclusivement de cellules épendymaires. Au niveau du sillon médian postérieur, la pie-mère passe directement d'une moitié de la moelle sur l'autre.

Entre le fond de la fissure médiane antérieure et l'extrémité interne du septum médian postérieur, il ne reste qu'une bande étroite de tissu

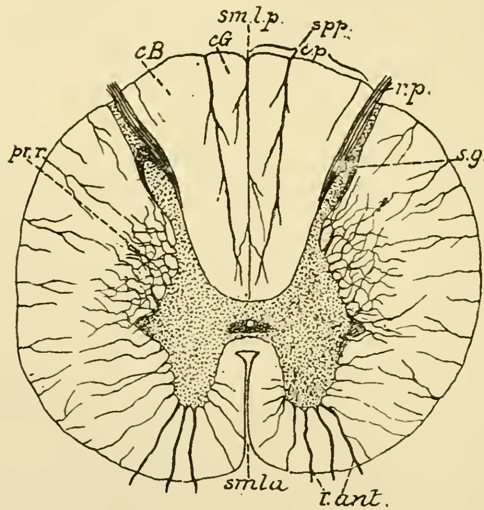


FIG. 185.

Coupe transversale de la moelle au niveau du quatrième nerf cervical.

smla : Fissure médiane longitudinale antérieure.
smlp : Sillon médian longitudinal postérieur.
r. ant. : Racine antérieure.
r. p. : Racine postérieure.
s. g. : Substance gélatineuse de ROLANDO.
pr.r. : Processus ou formation réticulaire.
cp : Cordon postérieur.
spp : Septum paramédian postérieur.
cB : Faisceau de BURDACH.
cG : Faisceau de GOLL.

nerveux reliant l'une à l'autre les deux moitiés de la moelle ; on l'appelle la *commissure*. Le tiers antérieur de cette commissure est formé par de la substance blanche : c'est la *commissure antérieure blanche (commissura anterior alba)*. Le reste est formé par de la substance grise : c'est la *commissure grise*. Le septum médian dorsal s'étend jusqu'à la commissure grise ; la fissure médiane antérieure arrive jusqu'à la commissure blanche. Au milieu

de la commissure grise existe la coupe du *canal central* de la moelle épinière. Ce canal est tapissé par l'épithélium épendymaire et entouré d'une substance grise spéciale, quelque peu transparente, constituant la *substance grise centrale (substantia grisea centralis)*. Le canal central entouré de la substance grise centrale divise la commissure grise en deux parties : une partie antérieure appelée *commissure antérieure grise (commissura anterior grisea)* et une partie postérieure connue sous le nom de *commissure postérieure (commissura posterior)*.

Dans chaque moitié de la moelle épinière, on trouve de la substance grise et de la substance blanche nettement distinctes l'une de l'autre. La substance grise occupe le centre; la substance blanche est périphérique. La substance grise apparaît comme un corps allongé, à grand diamètre antéro-postérieur, légèrement incliné en arrière et en dehors. Ce corps gris est renflé en massue dans sa moitié antérieure constituant ce qu'on appelle la *corne* ou la *colonne grise antérieure (columna grisea anterior)*. Il est plus allongé et plus étroit dans sa moitié postérieure appelée *corne* ou *colonne grise postérieure (columna grisea posterior)*. Les corps gris des deux moitiés de la moelle sont reliés l'un à l'autre par la commissure grise. Dans son ensemble, la substance grise de la moelle a donc la forme d'un H.

La corne antérieure n'arrive pas à la périphérie de la moelle; elle en est séparée de tous côtés par de la substance blanche. La corne postérieure s'effile en arrière et s'étend jusque près du fond du sillon collatéral postérieur, séparant ainsi le cordon postérieur du cordon latéral. Elle est séparée de la surface de la moelle par une mince zone de substance blanche appelée *zone marginale* ou *zone de Lissauer*. Cette corne postérieure est enveloppée à son bout libre par une coiffe de substance grise spéciale, qui porte le nom de *substance gélatineuse de Rolando (substantia gelatinosa)*.

La substance grise s'étendant à travers toute la longueur de la moelle, on a donné encore aux cornes antérieures et postérieures le nom de *colonnes grises*.

Entre la corne antérieure et la corne postérieure, au niveau de la commissure grise, on trouve sur la face latérale de la substance grise une petite saillie triangulaire qui constitue la *corne* ou la *colonne grise latérale (columna grisea lateralis)*.

La substance grise est nettement séparée de tous côtés de la substance blanche enveloppante, excepté dans l'angle rentrant formé par la corne postérieure et la corne latérale. A ce niveau, on trouve des travées de substance grise qui pénètrent dans la substance blanche et constituent

par leurs anastomoses un véritable réseau gris. C'est ce que l'on désigne sous le nom de *processus* ou *formation réticulaire (formatio reticularis).*

De la corne antérieure partent les racines antérieures des nerfs périphériques. Les fibres qui les constituent sortent du bord antéro-latéral de la corne grise en formant plusieurs faisceaux; ceux-ci se dirigent en dehors en traversant horizontalement la substance blanche. Ces fibres radiculaires antérieures quittent la moelle épinière par le sillon collatéral antérieur.

Par le sillon collatéral postérieur on voit pénétrer les fibres des racines postérieures. Elles n'entrent pas dans la substance grise de la corne postérieure, mais pénètrent directement dans la substance blanche du cordon postérieur.

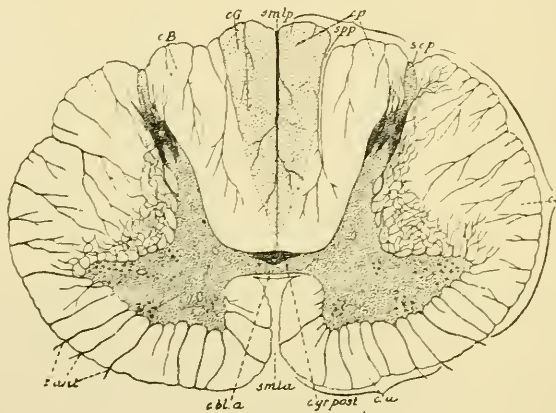


Fig. 186.

Coupe transversale de la moelle vers le milieu du renflement cervical.

smla : Fissure médiane antérieure.
smlp : Sillon médian postérieur.
c. bl. a. : Commissure blanche antérieure.
c. gr. post. : Commissure grise postérieure.
r. ant. : Racine antérieure.
ca : Cordon antérieur.
cl : Cordon latéral.
scp : Sillon collatéral postérieur.
cp : Cordon postérieur.
spp : Septum paramédian postérieur.
cG : Faisceau de Goll.
cB : Faisceau de Burdach.

La substance blanche de chaque moitié de la moelle est subdivisée par les sillons périphériques en trois cordons : le cordon antérieur *(funiculus anterior)*, le cordon latéral *(funiculus lateralis)* et le cordon postérieur *(funiculus posterior).*

La séparation entre le cordon antérieur et le cordon latéral est toute superficielle. Elle est indiquée par le sillon collatéral antérieur et par les racines antérieures des nerfs périphériques. On donne le plus souvent à ces deux cordons réunis le nom de *cordon antéro-latéral.*

Le cordon postérieur est compris entre le sillon médian postérieur et le sillon collatéral postérieur. Il a une forme triangulaire à base postérieure et se trouve subdivisé par une lame neuroglique, le *septum paramédian dorsal*, en un faisceau interne appelé *faisceau grêle* ou *faisceau de Goll (fasciculus gracilis)* et un faisceau externe, le *faisceau cunéiforme* ou *faisceau de Burdach (fasciculus cuneatus)*.

Examinons maintenant une coupe de la moelle faite vers le milieu du renflement cervical. Vous savez que ce renflement s'étend depuis la troisième vertèbre cervicale jusqu'à la deuxième vertèbre dorsale. La FIG. 186 donne le dessin d'une coupe prise au niveau du septième nerf cervical. Elle montre que le volume de la moelle a considérablement augmenté. La configuration générale est la même qu'au niveau du quatrième nerf cervical. Il n'y a que quelques légères différences dans la forme de la substance grise. La corne latérale n'existe plus comme corne indépendante, elle s'est fusionnée intimement avec la corne antérieure. Celle-ci est devenue ainsi volumineuse et triangulaire.

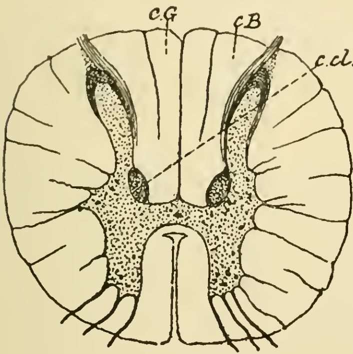


FIG. 187.
Coupe transversale de la moelle au niveau du troisième nerf dorsal.
cG : Faisceau de GOLL.
cB : Faisceau de BURDACH.
c. cl. : Colonne de CLARKE.

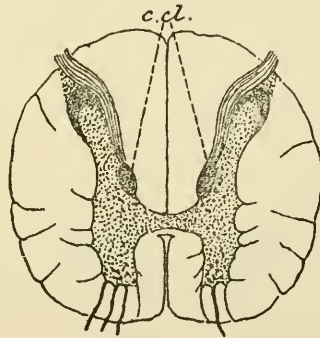


FIG. 188.
Coupe transversale de la partie inférieure de la moelle dorsale.
c. cl. : Colonne de CLARKE.

La corne postérieure a quelque peu augmenté de volume surtout du côté de sa face interne. La formation réticulaire tend à disparaître. Le cordon postérieur reste subdivisé en faisceau de GOLL et faisceau de BURDACH.

Au niveau du troisième nerf dorsal, FIG. 187, la coupe de la moelle, comparée à la coupe précédente, a considérablement diminué de volume. Dans chaque moitié de la moelle la substance grise se présente comme un

corps allongé, grêle et délicat. La corne antérieure est arrondie ; la corne latérale est redevenue saillante ; la corne postérieure est longue et grêle. Sur la face interne de cette corne postérieure, dans le voisinage immédiat de la commissure, apparaît un amas de cellules nerveuses plus ou moins distinct de la substance grise voisine ; on l'appelle la *colonne vésiculaire* ou *colonne de Clarke*. Quelques auteurs le désignent encore sous le nom de *noyau dorsal* ou *noyau de Stilling (nucleus dorsalis)*. Cette colonne de Clarke existe sur la face interne de chaque corne postérieure depuis le septième ou le huitième nerf cervical jusqu'au niveau du premier ou du deuxième nerf lombaire. Elle est caractéristique de la moelle dorsale ; sa présence seule suffit pour distinguer une coupe de la moelle dorsale d'une coupe de la moelle cervicale ou de la moelle lombaire.

Au niveau du troisième nerf dorsal, on retrouve encore, dans le cordon postérieur, le septum paramédian dorsal séparant le faisceau de Goll du faisceau du Burdach. Ce septum va en s'affaiblissant au fur et à mesure que l'on descend dans la moelle dorsale jusque vers l'origine du huitième nerf dorsal. A partir de ce point, le cordon postérieur est indivis dans toute la partie inférieure de la moelle épinière.

Jusque vers le onzième nerf dorsal, la configuration de la substance blanche et de la substance grise reste la même, fig. 188. La colonne de Clarke, dont les contours étaient mal limités au niveau du troisième nerf dorsal, prend des limites plus nettes, devient plus volumineuse et fait légèrement saillie sur la face interne de la corne postérieure du dixième jusqu'au douzième nerf dorsal.

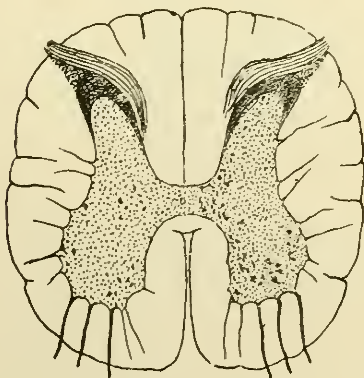


Fig. 189.
Coupe de la moelle au milieu du renflement lombaire.

A partir du premier nerf lombaire, la substance grise augmente de nouveau de volume. Une coupe faite vers la partie moyenne du renflement lombaire, fig. 189, au niveau de l'origine du troisième nerf lombaire, montre, dans chaque moitié de la moelle, une colonne grise très épaisse. La corne latérale et la corne antérieure se sont fusionnées en une masse unique très volumineuse. La corne postérieure est augmentée de volume surtout le long de sa face interne ; ce qui donne à l'ensemble de la colonne grise une direction antéro-postérieure.

Ce qui frappe surtout dans les coupes du renflement lombaire, c'est le

développement considérable de la substance grise comparativement au peu d'épaisseur de la substance blanche enveloppante.

Cette disproportion entre le volume de la substance grise et celui de la substance blanche va aller en s'accentuant jusqu'à l'extrémité inférieure du cône médullaire, FIG. 190 et 191. La substance grise n'augmente plus de volume à partir du milieu du renflement lombaire ; au contraire, sa masse diminue jusqu'à l'extrémité du cône terminal ; mais la substance blanche diminue plus rapidement encore, au point que, près de l'origine du nerf coccygien, toute la moelle n'est plus formée que d'une petite masse grise entourée d'un mince liséré de substance blanche.

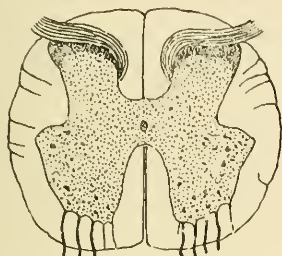


FIG. 190.
Coupe de la moelle au milieu du cône terminal.

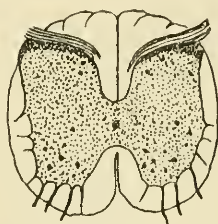


FIG. 191.
Coupe de la moelle à la partie inférieure du cône médullaire.

Le filet terminal représente en quelque sorte un bout de moelle atrophiée. On n'y rencontre plus que le canal central tapissé par l'épithélium épendymaire et entouré d'une mince couche de substance grise.

Ces différentes coupes nous ont donc appris le mode de répartition de la substance blanche et de la substance grise dans toute l'étendue de la moelle épinière. Macroscopiquement, ces deux substances semblent assez nettement séparées l'une de l'autre. Nous verrons cependant qu'il n'en est pas de même au point de vue des éléments qui les constituent : les cellules nerveuses, qui forment l'élément principal de la substance grise, peuvent envahir par leurs prolongements protoplasmatiques toute l'épaisseur de la substance blanche, tandis que des fibres myéliniques de la substance blanche entrent pour une bonne part dans la constitution de la substance grise.

Nous devons rechercher maintenant la part que les éléments nerveux et les éléments neurogliques prennent à la constitution des deux substances de la moelle.

Nous commencerons par les éléments nerveux que nous étudierons successivement dans la substance blanche et dans la substance grise.

Les éléments nerveux de la substance blanche.

La substance blanche de la moelle épinière, comme d'ailleurs la substance blanche de tout l'axe cérébro-spinal, est constituée essentiellement de fibres nerveuses. Quand on examine au microscope une coupe transversale de la moelle épinière prise à n'importe quel niveau, on ne trouve, dans la substance blanche, que des sections transversales de fibres nerveuses séparées les unes des autres par des fibrilles et par des cellules de neuroglie. Les cellules nerveuses n'entrent pas dans la constitution de la substance blanche. Elles peuvent cependant s'y rencontrer, mais ce fait ne s'observe que rarement et est d'ailleurs tout à fait accidentel.

Les fibres nerveuses de la moelle présentent partout les mêmes caractères. *Morphologiquement*, il n'y a pas de différence sensible entre les fibres de la substance blanche du cordon postérieur et celles du cordon antéro-latéral, si ce n'est peut-être que les fibres grêles semblent prédominer dans la partie interne du cordon postérieur, FIG. 192 et 193.



FIG. 192.

Coupe transversale d'une partie de la substance blanche du faisceau de BURDACH au niveau du renflement cervical, colorée par la nigrosine.

Gr. : Zeiss, D, IV.

neur. : Neuroglie. | *fn* : Fibres nerveuses.
cy. : Cylindres-axes.

Cependant, nous savons que, *physiologiquement*, il existe dans la moelle des fibres qui conduisent les impressions sensitives ou fibres à conduction centripète et des fibres qui servent à la conduction des excitations motrices ou fibres à conduction centrifuge. Où se trouvent ces fibres à conduction physiologique différente ?

Pour résoudre cette question, nous devons avoir recours à l'étude de ce qu'on appelle les *dégénérescences secondaires*.

Nous avons vu, dans les leçons précédentes, qu'il n'existe pas, dans

tout l'organisme humain, une seule fibre nerveuse qui soit indépendante d'une cellule nerveuse. Toute fibre nerveuse, quelle qu'elle soit, doit être considérée, au moins dans sa partie essentielle — le cylindre-axe — comme le prolongement d'une cellule nerveuse. Cette cellule constitue pour ce prolongement cylindraxile, comme pour tous les autres prolongements qui dépendent d'elle, un centre nutritif, un centre trophique ; de telle sorte que, si on sépare une fibre nerveuse de sa cellule d'origine, la partie périphérique de cette fibre, devenue indépendante de son centre trophique, doit nécessairement et inévitablement périr. La gaine de myéline, le cylindre-axe, les noyaux et la membrane de SCHWANN de cette fibre isolée deviennent le siège de modifications importantes, que l'on désigne sous le nom de *phénomènes de dégénérescence secondaire* et qui aboutissent à la destruction complète de la fibre nerveuse. Ces modifications ont été étudiées, pour la première fois, par WALLER ; aussi désigne-t-on souvent la dégénérescence secondaire sous le nom de *dégénérescence wallérienne.*

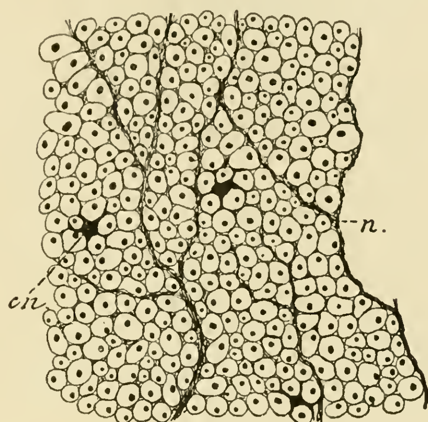


FIG. 193.
Une partie de la substance blanche du faisceau de GOLL prise sur la coupe précédente. Gr. : Zeiss, D, IV.
cn : Cellules de neuroglie.
n : Fibres neurogliques.

Pour pouvoir étudier avec fruit les phénomènes de dégénérescence qui surviennent dans la moelle après la section des fibres de la substance blanche et en saisir toute l'importance au point de vue de la distribution, dans la moelle, des fibres à conduction centripète et des fibres à conduction centrifuge, il est bon d'avoir une idée générale de la structure interne de l'axe cérébro-spinal et de la disposition respective de ses éléments nerveux constitutifs.

Vous vous rappelez que les prolongements protoplasmatiques d'un élément nerveux possèdent la conduction cellulipète. Ils ont pour fonction de recueillir autour d'eux les ébranlements nerveux et de les transmettre à la cellule dont ils proviennent. Le prolongement cylindraxile jouit de la conduction cellulifuge. Il a pour fonction de transmettre l'ébranlement nerveux de la cellule dont il provient aux prolongements protoplasmatiques et au corps cellulaire des éléments avec lesquels il arrive en contact.

Les existants physiologiques, quels qu'ils soient, n'agissent que sur les prolongements protoplasmatiques et sur le corps cellulaire. Ils n'ont aucune action sur les prolongements cylindraxiles. Ceux-ci ne sont influencés que par la cellule dont ils proviennent.

Ces considérations purement théoriques, dont il nous serait difficile, même impossible, de fournir la preuve absolue, nous ont été suggérées par nos propres recherches et par celles, plus importantes, de Golgi, Ramon y Cajal, His, Kölliker, v. Lenhossek et Retzius. Elles nous permettent d'établir, ce qui jusqu'ici a toujours paru impossible, pour les différents éléments nerveux imprégnés par le chromate d'argent, une *distinction morphologique* entre les éléments nerveux sensitifs et les éléments nerveux moteurs, malgré l'identité absolue d'aspect de leurs cellules nerveuses, de leurs prolongements protoplasmatiques et de leurs prolongements cylindraxiles. Cette distinction repose tout entière sur la *direction que prennent les prolongements protoplasmatiques et cylindraxiles par rapport à l'axe cérébro-spinal.*

Si vous vous rappelez la disposition spéciale des cellules bipolaires de la muqueuse olfactive, des cellules bipolaires du ganglion spiral du nerf acoustique, des cellules bipolaires des ganglions cérébro-spinaux, et si vous comparez entre eux tous ces *neurones sensitifs périphériques*, vous leur trouvez à tous la même disposition caractéristique : tous ont leurs cellules d'origine en dehors de l'axe cérébro-spinal ; ils envoient leurs prolongements protoplasmatiques vers la périphérie et leurs prolongements cylindraxiles vers les centres nerveux.

Si, au contraire, vous comparez entre eux tous les *neurones moteurs périphériques*, vous trouvez que, dans la moelle aussi bien que dans la partie supérieure de l'axe cérébro-spinal, ces neurones ont une disposition inverse : ils ont leurs cellules d'origine et leurs prolongements protoplasmatiques dans l'axe cérébro-spinal, tandis qu'ils envoient leurs prolongements cylindraxiles vers les organes périphériques.

La même disposition s'observe sur les éléments nerveux des centres : les neurones sensitifs de l'axe cérébro-spinal ont leurs cellules d'origine et leurs prolongements protoplasmatiques dans les parties inférieures de cet axe, tandis qu'ils envoient leurs prolongements cylindraxiles dans les parties supérieures. Au contraire, les neurones moteurs des centres ont leurs cellules d'origine et leurs prolongements protoplasmatiques dans les centres nerveux supérieurs, tandis que leurs prolongements cylindraxiles se terminent dans les centres placés plus bas.

On pourrait résumer cette disposition typique dans une formule plus simple et dire :

Les *neurones moteurs* des *centres nerveux* ont leurs cellules *en haut*; leurs prolongements *protoplasmatiques* sont *ascendants*, leurs prolongements *cylindraxiles* sont *descendants*.

Les *neurones sensitifs* des *centres nerveux* ont leurs cellules *en bas*; leurs prolongements *protoplasmatiques* sont *descendants*, leurs prolongements *cylindraxiles* sont *ascendants*.

Les *neurones moteurs périphériques* ont leurs cellules dans l'axe cérébro-spinal; leurs prolongements *protoplasmatiques* sont *centraux*, leurs prolongements *cylindraxiles* sont *périphériques*.

Les *neurones sensitifs périphériques* ont leurs cellules en dehors de l'axe cérébro-spinal; leurs prolongements *protoptasmatiques* sont *périphériques* et leurs prolongements *cylindraxiles* sont *centraux*.

Le schéma le plus simple que, grâce à ces données, l'on pourrait construire de tout le système nerveux cérébro-spinal serait formé d'éléments nerveux superposés : tout élément sensitif ayant un prolongement cylindraxile ascendant ou centripète et tout élément moteur un prolongement cylindraxile descendant ou centrifuge. Le contact entre éléments superposés se fait naturellement entre les ramifications cylindraxiles terminales d'un neurone, les ramifications protoplasmatiques et le corps cellulaire d'un autre neurone. Ces éléments superposés reliant l'écorce cérébrale avec les organes périphériques, soit par voie centripète, soit par voie centrifuge, constituent par leur ensemble ce qu'on appelle les *voies longues*, FIG. **194**, A.

Ce schéma se complique alors, d'une façon presque inextricable, par l'adjonction de *voies courtes*, c'est-à-dire d'éléments nerveux qui ne sortent pas de l'axe cérébro-spinal, dont la cellule d'origine et les prolongements protoplasmatiques sont placés à tous les niveaux de la substance grise et dont le prolongement cylindraxile, relativement court, se termine dans la substance grise à une distance variable de la cellule d'origine.

Ce prolongement cylindraxile est tantôt ascendant, tantôt descendant; le plus souvent même, il se bifurque en donnant un cylindre-axe ascendant et un cylindre-axe descendant, FIG. **194**, B.

Il est impossible de dire si ces éléments des voies courtes sont des neurones moteurs ou des neurones sensitifs. Ce sont peut-être des *neurones mixtes*, des *neurones neutres*, ayant pour fonction de relier entre eux soit des éléments moteurs, soit des éléments sensitifs, ou bien de relier des éléments moteurs à des éléments sensitifs et de répartir sur une étendue un peu plus considérable l'ébranlement recueilli par leurs prolongements protoplasmatiques.

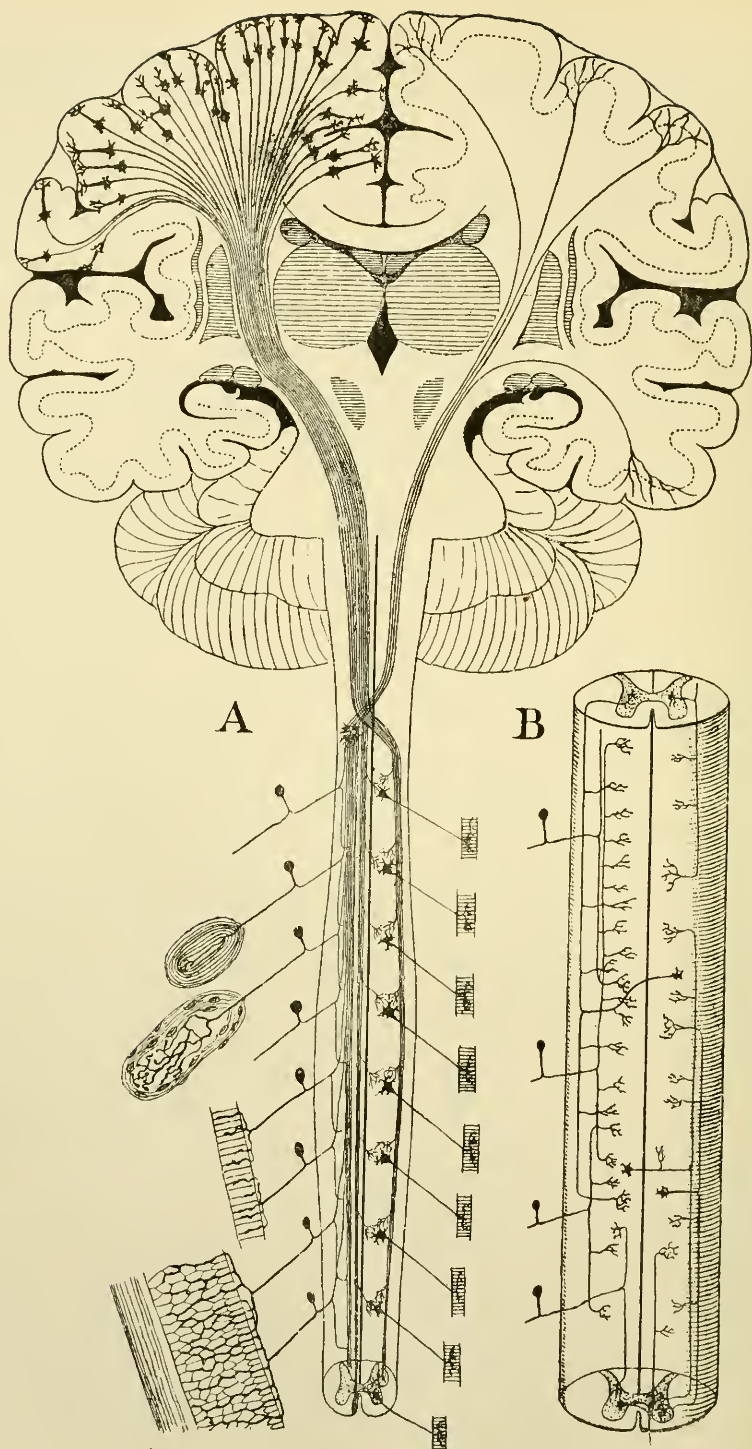


Fig 194.

A. Schéma des voies longues à travers tout l'axe cérébro-spinal.

B. Schéma des voies courtes ou fibres commissurales longitudinales dans la moelle épinière.

Les prolongements cylindraxiles de ces neurones neutres constituent les *fibres commissurales*, soit des *fibres commissurales longitudinales* qui existent en nombre incalculable dans la moelle épinière, la moelle allongée, la protubérance annulaire et le cerveau moyen; soit des *fibres commissurales tranversales* qui forment une partie notable de la substance blanche du cervelet et du cerveau terminal.

Les cellules nerveuses de tous les neurones qui entrent dans la constitution de la moelle occupent la substance grise. Leurs prolongements cylindraxiles entourés d'une gaine de myéline occupent la substance blanche.

La substance blanche de la moelle épinière se trouve donc constituée de *cylindres-axes descendants longs* conduisant les excitations motrices, de *cylindres-axes ascendants longs* conduisant les impressions sensitives et de *cylindres-axes ascendants* et *descendants courts* appartenant aux voies courtes.

Pour savoir où se trouve dans la moelle ces différents groupes de cylindres-axes à conduction physiologique différente, sectionnons en un point quelconque toutes les fibres de la substance blanche et pour cela pratiquons, chez un animal vivant, une section transversale complète de la moelle.

Nous savons que les bouts périphériques de toutes les fibres nerveuses sectionnées doivent subir la dégénérescence secondaire. *Au-dessus* du plan de section, on trouvera donc en dégénérescence toutes les fibres nerveuses *ascendantes*, fibres dont les cylindres-axes proviennent de cellules nerveuses situées *en dessous* du point sectionné. Or, nous avons vu que ces fibres ascendantes servent à la conduction des impressions *sensitives*. *En dessous* du plan de section, au contraire, ce seront les fibres nerveuses *descendantes* qui subiront la dégénérescence, c'est-à-dire les fibres dont les cylindres-axes proviennent de cellules placées *au-dessus* du point sectionné. Nous savons que ces fibres conduisent les incitations *motrices*. Ces expériences ont été faites sur différents animaux. Pour que la dégénérescence puisse s'établir, il faut que, après la section de la moelle, l'animal survive au moins pendant quatre à cinq semaines. Pendant ce temps, la gaine de myéline des fibres séparées de leur centre trophique se désagrège, se fragmente. Quand on durcit alors cette moelle d'après la méthode de Marchi (1), les fibres dégénérées se montrent rem-

(1) La méthode de Marchi est précieuse pour rechercher les fibres en dégénérescence quand la cause de cette dernière (une section expérimentale ou une

plies de boules de myéline colorées en noir intense et tranchent très nettement sur le fond brun-clair des fibres normales.

Mais la distribution des fibres nerveuses dans la substance blanche de la moelle du chien, du rat, du lapin ou du cobaye, animaux qui ont servi à ces expériences, n'est pas du tout la même que la distribution de ces fibres dans la moelle de l'homme. Pour savoir où se trouvent

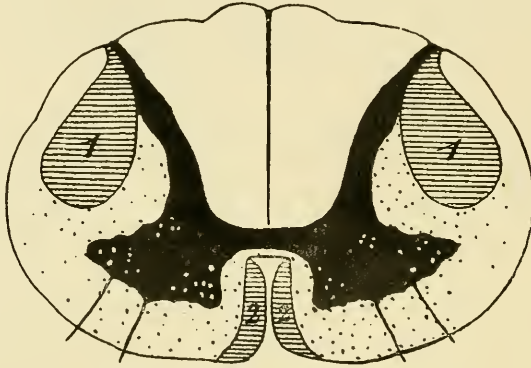


Fig. 195.

Schéma des fibres présentant la dégénérescence secondaire descendante.

1 : Faisceau cérébro-spinal du cordon latéral ou faisceau pyramidal latéral.
2 : Faisceau cérébro-spinal du cordon antérieur, faisceau de Türck ou faisceau pyramidal antérieur.

chez l'homme les fibres à conduction centripète et les fibres à conduction centrifuge, nous devons nous adresser à des moelles où la nature elle-même, par suite d'une légion pathologique quelconque, a amené, en un point donné, une interruption de toutes les fibres de la substance blanche.

Sur des coupes transversales de ces moelles pathologiques faites *en dessous* du point lésé, on trouve des fibres dégénérées dans le cordon antérieur et dans le cordon latéral.

---

lésion pathologique) est toute récente. Cette méthode consiste à durcir des tronçons de moelle, par exemple, pendant une huitaine de jours au moins, dans une solution de bichromate de potassium à 3 %. Après cela, on coupe ces tronçons en morceaux plus petits que l'on transporte pendant dix ou douze jours dans le mélange suivant :

Bichromate de potassium à 3 %	2 p.
Acide osmique à 1 %	1 p.

L'acide osmique colore en noir intense tous les fragments de myéline dans les fibres en dégénérescence. On enrobe alors les morceaux dans la celloïdine et on monte les coupes dans la laque de Dammar.

Dans le cordon antérieur, les fibres dégénérées se trouvent tout le long de la fissure médiane antérieure. Ce groupe de fibres nerveuses a reçu le nom de *faisceau pyramidal du cordon antérieur*, *faisceau de Turck* ou mieux *faisceau cérébro-spinal antérieur* (*fasciculus cerebrospinalis anterior*). Dans le cordon latéral, les fibres dégénérées forment un faisceau plus compact sur les faces latérales de la corne postérieure : c'est le *faisceau pyramidal du cordon latéral* ou mieux *faisceau cérébro-spinal latéral* (*fasciculus cerebrospinalis lateralis*), FIG. 195.

Les fibres qui conduisent les incitations motrices occupent donc, dans la moelle de l'homme, ces deux faisceaux pyramidaux.

Quand la lésion pathologique se trouve immédiatement en dessous de la moelle allongée et qu'on examine des coupes transversales dans les régions cervicale, dorsale et lombaire, on trouve que les faisceaux pyramidaux, très volumineux à la partie supérieure de la moelle cervicale, diminuent d'épaisseur en passant par la région dorsale et la légion lombaire. Le faisceau pyramidal du cordon antérieur disparaît, comme faisceau distinct, vers l'origine du premier nerf lombaire; DÉJERINE et THOMAS ont cependant pu poursuivre des fibres dégénérées jusqu'au niveau de la 4me paire sacrée. Le faisceau pyramidal du cordon latéral se poursuit jusqu'à la partie inférieure du renflement lombaire vers l'origine du troisième ou quatrième nerf sacré. Il se prolonge cependant sous forme de fibres isolées jusqu'au niveau de l'extrémité supérieure du filet terminal (DÉJERINE et THOMAS). Les deux faisceaux de fibres motrices diminuent donc de volume de haut en bas. Au fur et à mesure qu'ils descendent le long de la moelle, ces faisceaux abandonnent, en effet, des fibres nerveuses qui se recourbent dans la substance grise de la corne antérieure pour s'y terminer par des ramifications libres.

Examinons maintenant une coupe transversale faite dans la moelle de l'homme *au dessus* du point lésé, FIG. 196. Pour des motifs que nous verrons plus loin, nous devons pratiquer cette coupe *en dessous* de l'entrée dans la moelle de la racine postérieure immédiatement voisine. Ici, la dégénérescence ne peut avoir attaqué que les fibres nerveuses ascendantes, conduisant les impressions sensitives. Dans cette coupe, on trouve des fibres dégénérées dans presque toute l'étendue du cordon postérieur : le faisceau de GOLL aussi bien que le faisceau de BURDACH. De plus, des fibres dégénérées occupent encore la périphérie du cordon latéral en dehors du faisceau pyramidal. Parmi ces fibres dégénérées, les unes, celles qui occupent la partie postérieure du cordon latéral forment un faisceau distinct connu sous le nom de *faisceau cérébelleux du cordon latéral* ou

faisceau cérébello-spinal (fasciculus cerebellospinalis), ainsi appelé parce que les fibres qui le constituent se rendent dans le cervelet ; les autres, celles qui occupent la partie antérieure de la zone dégénérée, appartiennent à la voie sensitive centrale et forment le *faisceau de Gowers* ou *faisceau antéro-latéral superficiel (fasciculus anterolateralis superficialis).*

Quand la section ou la lésion a été faite dans les parties inférieures de la moelle, les faisceaux dégénérés sont peu volumineux. Si, au contraire, la lésion s'est produite dans la moelle cervicale, le nombre des fibres en dégénérescence est beaucoup plus considérable. Ce fait prouve

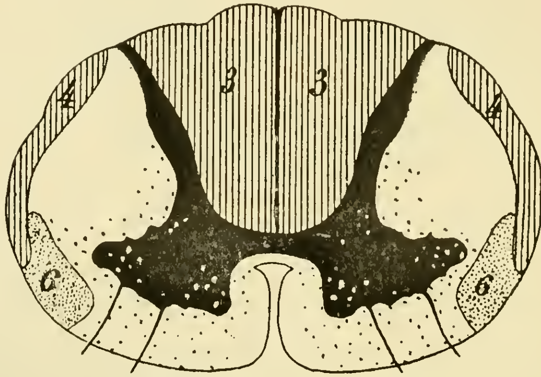


FIG. 196.

Schéma des fibres à dégénérescence secondaire ascendante.

3 : Cordon postérieur.
4 : Faisceau cérébelleux du cordon latéral ou faisceau cérébello-spinal.
6 : Faisceau de GOWERS ou faisceau antéro-latéral superficiel.

que les faisceaux qui renferment les fibres conduisant les impressions sensitives augmentent de volume de bas en haut; cette augmentation est due à l'adjonction constante de nouvelles fibres nerveuses aux faisceaux préexistants.

Les fibres conduisant les incitations motrices occupent donc, dans la moelle de l'homme, le faisceau pyramidal du cordon antérieur et le faisceau pyramidal du cordon latéral. Une fois sectionnés, ces faisceaux dégénèrent en bas ; on dit qu'ils subissent la *dégénérescence secondaire descendante.*

Les fibres conduisant les impressions sensitives occupent, dans la moelle, presque toute l'étendue du cordon postérieur et, dans le cordon latéral, le *faisceau cérébelleux* ou *faisceau cérébello-spinal* et le *faisceau de Gowers* ou *faisceau antéro-latéral superficiel.* Une fois sectionnées, ces fibres

dégénèrent en haut; on dit qu'elles subissent la *dégénérescemce secondaire ascendante.*

Ces fibres motrices et ces fibres sensitives constituent des *voies longues.*

Tout ce qui reste de la substance blanche de la moelle, dans le cordon antéro-latéral, porte le nom de *faisceau fondamental du cordon antéro-latéral.* Les fibres des racines antérieures, en traversant la substance blanche de la moelle, divisent ce faisceau en un *faisceau fondamental du cordon antérieur* ou *faisceau antérieur propre (fasciculus anterior proprius)* et un *faisceau fondamental du cordon latéral* en *faisceau latéral propre (fasciculus lateralis proprius),* FIG. 197. Les fibres qui constituent ces faisceaux forment les *voies courtes.*

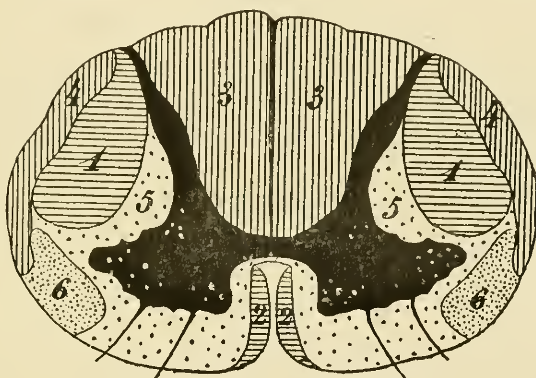


FIG. 197.

Schéma indiquant la position des différents faisceaux de la moelle épinière.

1 : Faisceau pyramidal du cordon latéral.
2 : Faisceau pyramidal du cordon antérieur.
3 : Cordon postérieur.
4 : Faisceau cérébelleux du cordon latéral.
5 : Faisceau fondamental du cordon antéro-latéral.
6 : Faisceau de GOWERS.

Nous avons dit plus haut, qu'après une section complète de toutes les fibres de la substance blanche en un point quelconque de la moelle la dégénérescence envahissait, en dessous de la section, les deux faisceaux pyramidaux, et, au dessus de la section, les fibres des cordons postérieurs, les fibres des faisceaux cérébelleux et des faisceaux de GOWERS. Cela n'est pas tout à fait exact. On trouve aussi des fibres dégénérées éparses dans le faisceau fondamental du cordon antéro-latéral, aussi bien au-dessus qu'en-dessous du plan de section. Ces fibres dégénérées appartiennent aux voies courtes.

Le volume du faisceau fondamental du cordon antéro-latéral est quelque peu variable dans les différentes régions de la moelle épinière ; très peu développée dans le cône terminal, sa section devient plus volumineuse dans le renflement lombaire, pour diminuer tout le long de la moelle dorsale et reprendre un volume considérable au niveau du renflement cervical. On peut en conclure que ce faisceau est formé de fibres courtes et que, sur toute la longueur de la moelle, il reçoit de nouvelles fibres au fur et à mesure que les fibres qui le constituent se recourbent dans la substance grise.

Littérature.

v. Lenhossek : *Zur Kenntniss der ersten Entstehung der Nervenzellen und Nervenfasern beim Vogelembryo*. Verhandl. des X internat. Medic. Kongresses, Berlin, 1890, Bd. II. — His : *Die anatomische Nomenclatur*. Archiv für Anat. und Physiol., Anatom. Abth., Suppl. Band, 1895. — Dejerine et Thomas : *Sur la terminaison inférieure du faisceau pyramidal*. Comptes rendus de la soc. de Biologie, 8 février 1896.

QUATORZIÈME LEÇON

La structure interne de la moelle épinière.

(Suite)

Méthode embryologique de Flechsig. — Les différents systèmes de fibres nerveuses de Flechsig. — La myéline n'est pas un élément indispensable pour le fonctionnement régulier et normal des neurones. — Origine et terminaison des fibres des faisceaux pyramidaux. — Origine et terminaison des fibres des cordons postérieurs. — Les cellules des ganglions spinaux. — L'entrée des fibres des racines postérieures dans la moelle. — Place occupée dans le cordon postérieur par les fibres longues et les fibres courtes. — Fibres exogènes ou radiculaires et fibres endogènes ou médullaires : faisceau fondamental du cordon postérieur (fibres cornu-commissurales de P. Marie), faisceau en virgule de Schultze, centre ovale de Flechsig.

Nous avons vu, dans la dernière leçon, que la substance blanche de la moelle épinière est formée de fibres nerveuses pourvues toutes des mêmes caractères morphologiques, dont les unes peuvent se poursuivre à travers toute la longueur de la moelle et constituent ce qu'on est convenu d'appeler les *voies longues* (faisceau pyramidal du cordon antérieur, faisceau pyramidal, faisceau cérébelleux et faisceau de Gowers du cordon latéral, les fibres du cordon postérieur) ; tandis que les autres, beaucoup plus courtes, relient entre eux les différents niveaux de la moelle; elles forment des fibres commissurales longitudinales et constituent les *voies courtes* (faisceau fondamental du cordon antérieur et du cordon latéral).

Physiologiquement, ces différentes fibres de la moelle se divisent en trois groupes : les fibres conduisant les incitations motrices, fibres à conduction centrifuge, appelées communément *fibres motrices* ; les fibres conduisant les impressions sensitives, fibres à conduction centripète ou *fibres sensitives* ; enfin, les fibres des éléments nerveux courts ou mixtes ou *fibres commissurales longitudinales*.

Pour connaître la place occupée dans la substance blanche de la moelle par ces fibres physiologiquement différentes, nous avons eu recours à

l'étude des phénomènes de dégénérescence secondaire qui surviennent dans la moelle après la section complète des fibres de la substance blanche.

En nous basant sur ce fait que les fibres sensitives subissent la dégénérescence secondaire ascendante et les fibres motrices la dégénérescence secondaire descendante, nous avons pu établir que :

1° Les fibres motrices occupent le faisceau pyramidal du cordon antérieur et le faisceau pyramidal du cordon latéral ;

2° Les fibres sensitives occupent le faisceau cérébelleux du cordon latéral, le faisceau de Gowers et, en apparence au moins, presque toute l'étendue des cordons postérieurs ;

3° Le reste de la substance blanche est formé par des fibres commissurales longitudinales, ou des fibres courtes, constituant le faisceau fondamental du cordon antérieur et du cordon latéral.

La position respective de ces différents faisceaux de fibres nerveuses vous apparaît clairement dans le schéma de la fig. 198.

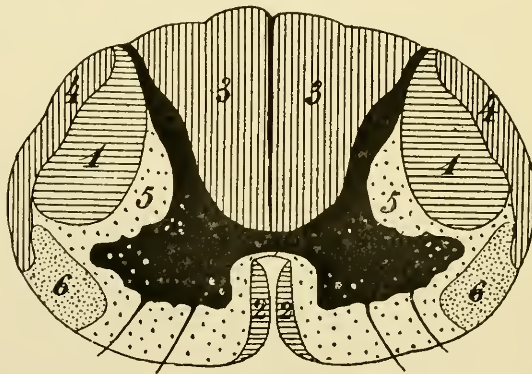


Fig. 198.

Schéma indiquant la position des différents faisceaux de la moelle épinière.

1 : Faisceau pyramidal du cordon latéral.
2 : Faisceau pyramidal du cordon antérieur.
3 : Cordon postérieur.
4 : Faisceau cérébelleux du cordon latéral.
5 : Faisceau fondamental du cordon antéro-latéral.
6 : Faisceau de Gowers.

Il ne faut pas croire cependant que, en réalité, les limites de ces différents faisceaux, dans la substance blanche de la moelle, soient aussi nettement tranchées que nous les avons indiquées dans cette figure. Il n'en est rien. Ce qui le prouve, c'est qu'à la suite de sections transversales de la moelle, on peut trouver, dans les faisceaux pyramidaux, quelques fibres

éparpillées présentant la dégénérescence secondaire *ascendante*, aussi bien que, dans les faisceaux sensitifs, on peut rencontrer des fibres éparpillées présentant la dégénérescence secondaire *descendante*. Ce sont là des fibres courtes ou fibres commissurales longitudinales égarées en dehors du faisceau fondamental.

Ce groupement des fibres nerveuses de la substance blanche en faisceaux physiologiquement distincts a été étudié, pour la première fois et d'une façon précise, par Flechsig en 1876. Nous avons déjà vu que, d'après les recherches de Flechsig, tout l'axe cérébro-spinal est formé exclusivement de substance grise jusque vers le milieu du cinquième mois de la vie embryonnaire. A partir de cette époque apparaît la substance blanche. Celle-ci est due uniquement aux gaines de myéline qui se développent autour des prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses.

Cette *myélinisation* des fibres nerveuses ne se fait pas d'une façon irrégulière, bien au contraire. En étudiant des embryons à différents stades du développement et en les comparant entre eux au point de vue de la répartition des faisceaux de fibres déjà pourvues de leur myéline, Flechsig a fait une double découverte : d'abord il a trouvé que, sur des embryons du même âge, ce sont toujours les mêmes faisceaux de fibres nerveuses qui apparaissent comme de la substance blanche, tandis que des embryons d'âge différents présentent également une répartition différente des fibres déjà myélinisées. Il a conclu de ces faits que l'apparition de la myéline, pour les fibres nerveuses des différents faisceaux, se fait d'après un ordre parfaitement déterminé et toujours le même; de telle sorte que, connaissant l'âge de l'embryon, on peut dire d'avance quels sont les faisceaux dont les fibres constitutives ont déjà leur gaine de myéline et quels sont ceux qui en sont dépourvus.

La seconde découverte de Flechsig, beaucoup plus importante que la première au point de vue des connexions qui peuvent exister entre les différentes régions grises du névraxe, est la suivante :

Toutes les fibres nerveuses qui ont la même origine et la même terminaison, c'est-à-dire qui ont les mêmes connexions anatomiques, et qui, par conséquent, doivent remplir les mêmes fonctions, prennent, à la même époque, leur gaine de myéline, tandis que les faisceaux de fibres nerveuses qui ont des connexions anatomiques différentes développent leur myéline à des époques différentes.

Flechsig attache à ce fait une grande importance. Tous ces faisceaux de fibres nerveuses, ainsi *morphologiquement* différents les uns des autres

par l'époque à laquelle leurs fibres constitutives prennent leur gaine de myéline, seraient aussi, à son avis, différents les uns des autres au point de vue *physiologique*. Chacun de ces faisceaux constitue pour lui un *système*.

Comme résultats de ses observations, Flechsig distingue dans la substance blanche de la moelle, les différents faisceaux ou systèmes suivants, fig. 199 :

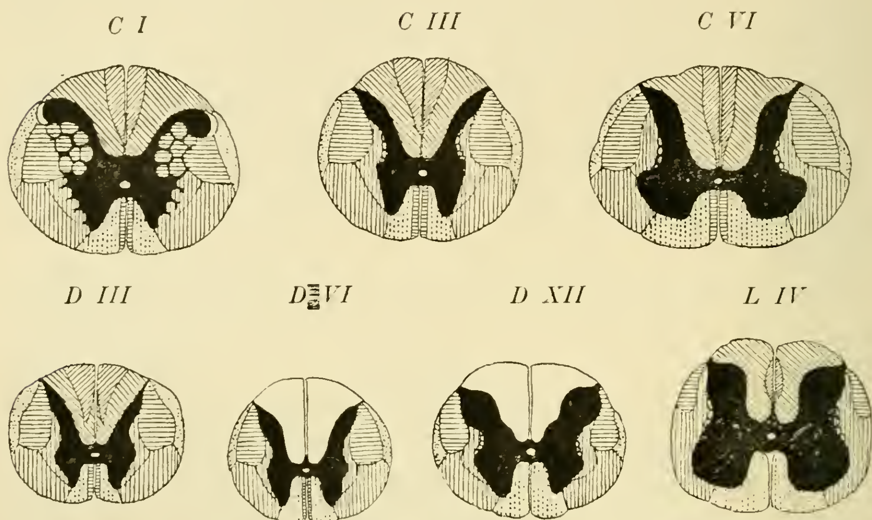


Fig. 199.

Schéma indiquant la position des différents faisceaux de la substance blanche, aux différents niveaux de la moelle, construit par Flechsig en se basant sur l'époque d'apparition de la myéline.

CI, CIII et CVI : Coupes faites au niveau du premier, du troisième et du sixième nerf cervical.

DIII, DVI et DXII : Coupes faites au niveau du troisième, du sixième et du douzième nerf dorsal.

LIV : Coupe faite au niveau du quatrième nerf lombaire.

Dans le cordon antérieur :

a) le faisceau pyramidal du cordon antérieur et

b) le faisceau fondamental (Vorderstrang-Grundbündel).

Dans le cordon latéral :

a) le faisceau pyramidal du cordon latéral ;

b) le faisceau cérébelleux (directe Kleinhirn-Seitenstrangbahn) et

c) le faisceau fondamental du cordon latéral (Seitenstrangreste). Dans ce dernier il distingue deux parties : 1° une partie interne : *la couche limitante latérale de la substance grise* (seitliche Grenzschicht der grauen Substanz) ; 2° une partie externe : *la zone mélangée antérieure du cordon latéral* (vordere gemischte Seitenstrangzone).

Dans le cordon postérieur :

a) le faisceau de Goll et

b) le faisceau de Burdach.

Voici suivant quel ordre et à quelle époque les fibres de ces différents faisceaux s'entourent de leur gaine de myéline.

Chez des embryons de 25 ctm., on trouve la myéline :

a) Aux fibres commissurales et aux fibres radiculaires des nerfs périphériques ;

b) aux fibres du faisceau fondamental du cordon antérieur ;

c) aux fibres du faisceau de Burdach et

d) aux fibres de la zone mélangée antérieure du cordon latéral.

Les fibres du cordon de Goll sont entourées de leur gaine de myéline chez des embryons de 28 à 30 ctm. de longueur.

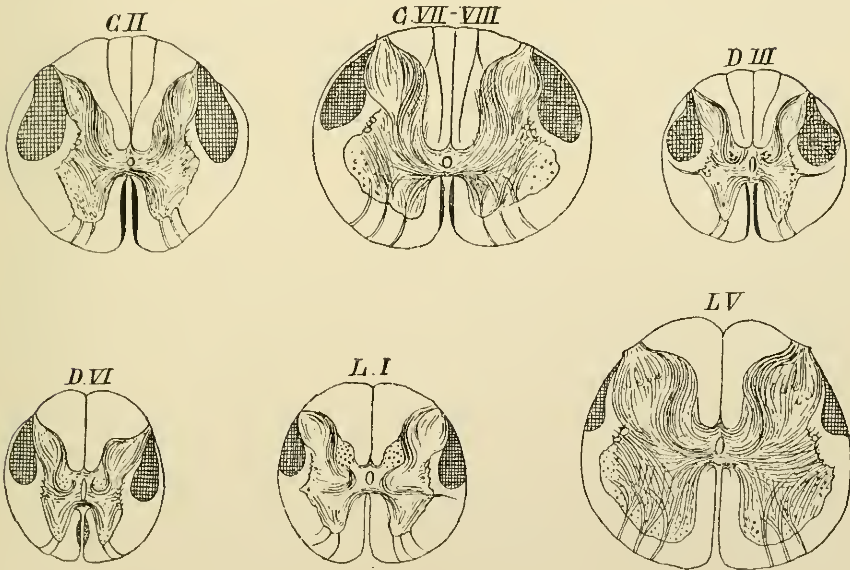


Fig. **200.**

Position des faisceaux pyramidaux dans la moelle cervicale, CII et CVII-VIII, dans la moelle dorsale, DIII et DVI, et dans la moelle lombaire, LI et LV d'un enfant nouveau-né (d'après Flechsig).

Quand l'embryon atteint 32 ctm., la myéline se développe dans les fibres de la couche limitante latérale de la substance grise.

Sur des embryons un peu plus âgés, la myéline apparaît dans le faisceau cérébelleux, (puis dans le faisceau de Gowers). Enfin, ce n'est que sur des embryons de 49 à 52 ctm. de longueur, c'est-à-dire au moment de la

naissance et même quelque peu après celle-ci, que la myéline apparait dans les faisceaux pyramidaux. Aussi, la moelle épinière d'enfants nouveau-nés constitue-t-elle, pour ce motif, un objet éminemment favorable pour étudier la position exacte des faisceaux pyramidaux, ainsi que le montrent les coupes de la FIG. 200.

J'appelle, en passant, votre attention sur le fait suivant : en recherchant l'époque d'apparition de la myéline dans les fibres des voies pyramidales dans la série animale, BECHTEREW a pu constater que le faisceau pyramidal est complétement développé, au moment de la naissance, chez tous les animaux dont les petits courent librement dès qu'ils arrivent au monde, tandis que les fibres de ce faisceau sont dépourvues de myéline chez les petits des autres animaux. Il me semble que l'on doit tirer de ce fait la conclusion suivante : pour qu'une fibre nerveuse du système nerveux cérébro-spinal puisse remplir sa fonction physiologique, elle peut être arrivée à l'état de développement complet et être devenue une fibre myélinique.

Cette conclusion n'est cependant pas rigoureusement exacte. Il existe, en effet, dans le système nerveux de l'adulte, un grand nombre de fibres nerveuses complètement dépourvues de gaine de myéline et réduites soit au cylindre-axe entouré de la membrane de SCHWANN : telles les fibres du système nerveux sympathique et les fibres olfactives ; soit exclusivement au cylindre-axe : telles toutes les fibres centrales et périphériques du système nerveux cérébro-spinal dans le voisinage immédiat de leur origine et de leur terminaison. D'ailleurs tous les prolongements protoplasmatiques de toutes les cellules nerveuses (à l'exclusion du prolongement périphérique des cellules des ganglions cérébro-spinaux) sont constamment dépourvus et de la gaine de myéline et de la membrane de SCHWANN et cependant ils remplissent leur fonction de conduction. Pour qu'une fibre nerveuse puisse remplir sa fonction de conduction, la gaine de myéline n'est donc pas indispensable ; la seule condition requise, c'est que les connexions anatomiques soient établies par les prolongements protoplasmatiques et par le prolongement cylindraxile. Dès que les connexions existent, les neurones peuvent fonctionner. La gaine de myéline, isolant mieux les fibres nerveuses, facilite sans aucun doute ce fonctionnement, mais ne constitue pas l'élément indispensable à ce fonctionnement ; cet élément indispensable est représenté par le cylindre-axe (VAN GEHUCHTEN).

Mais à quelle époque ces connexions anatomiques se trouvent-elles établies ? C'est ce que nous ignorons encore complètement. Mais ce que nous savons, c'est que la myéline ne se forme autour des prolongements cylindraxiles que quand les connexions anatomiques sont établies, et tous les faits

connus jusqu'à présent semblent démontrer que la myéline se forme dès que la croissance du prolongement cylindraxile est terminée. L'ordre suivant lequel les différents faisceaux de fibres nerveuses deviennent des fibres myélinisées indiquera donc également l'ordre suivant lequel ces mêmes faisceaux de fibres nerveuses se sont développés. En nous basant donc sur l'époque de la formation de la myéline, époque que les recherches de Flechsig nous ont fait connaître, il nous sera possible de reconstituer pour ainsi dire le tableau chronologique des mouvements dont l'embryon a été capable pendant sa vie intra-utérine.

D'après les recherches de Flechsig, la substance blanche apparaît d'abord dans la moelle, pour envahir ensuite insensiblement les parties supérieures de l'axe cérébro-spinal. Dans les premiers temps, elle est limitée à des parties de la moelle épinière et de la moelle allongée, puis elle se montre dans la protubérance annulaire, le cervelet et la région de la calotte ; en dernier lieu, elle apparaît dans les pédoncules cérébraux et les hémisphères cérébraux. De telle sorte que, au moment de la naissance, la moelle est complètement développée à l'exclusion des faisceaux pyramidaux, tandis que le cerveau terminal est encore entièrement formé de substance grise à l'exclusion de la capsule interne, des lames blanches du noyau lenticulaire et de la capsule externe.

De toutes les parties de l'axe cérébro-spinal, la moelle est donc la première à prendre sa constitution anatomique définitive. Elle est donc aussi la première apte à exercer ses fonctions physiologiques. Mais la moelle ne peut servir que de centre automatique et de centre réflexe. Les premiers mouvements qui apparaissent pendant la vie intra-utérine doivent donc être ou des mouvements automatiques ou des mouvements réflexes.

Le mode d'apparition de la myéline dans les différents faisceaux de la moelle permet de pousser cette analyse plus loin encore. En effet, de toutes les fibres nerveuses de la moelle, celles qui constituent les nerfs périphériques sont les premières à s'entourer de myéline. Ce seront donc aussi les premières à entrer en fonction. Elles ne peuvent que transmettre à la moelle une excitation périphérique ; celle-ci ne peut pas arriver au cerveau terminal, puisque toute la partie supérieure de l'axe cérébro-spinal est dépourvue de myéline ; elle ne peut donc que se transmettre à une cellule motrice voisine et par là à un muscle périphérique. Les premiers mouvements réflexes seront donc très simples. La myéline apparaît dans ces fibres sur des embryons de 20 à 25 ctm. de longueur, c'est-à-dire en moyenne pendant la première moitié du cinquième mois

de la vie intra-utérine. Or, on sait que les premiers mouvements sensibles apparaissent vers cette époque dans l'embryon.

Après les fibres radiculaires, ce sont les fibres des voies courtes qui développent leur myéline : le faisceau fondamental du cordon antérieur, une partie du faisceau fondamental du cordon latéral et les fibres du cordon de Burdach (nous verrons bientôt que les fibres de ce cordon sont en réalité des voies courtes). Les excitations périphériques transmises à la moelle par les fibres des racines postérieures pourront donc s'étendre par ces fibres commissurales longitudinales à des portions plus étendues de la moelle, exciter un plus grand nombre de cellules motrices et produire des mouvements réflexes complexes.

Les fibres du cordon de Goll achèvent alors leur développement. Les excitations périphériques seront transmises par elles sur toute la longueur de la moelle épinière et à la partie inférieure de la moelle allongée. Sur des embryons de 26 à 30 cmt., les mouvements réflexes seront encore plus complexes.

Puis viennent les fibres de la partie interne du faisceau fondamental du cordon lateral et les fibres du faisceau cérébelleux. Ces dernières portent les impressions périphériques jusqu'au cervelet, organe unanimement considéré par les physiologistes comme un centre de coordination des mouvements.

Au huitième mois les fibres du faisceau de Gowers se myélinisent; ces fibres appartiennent à la voie sensitive centrale et conduisent les impressions aux masses grises supérieures : les couches optiques et la substance corticale du cerveau terminal.

En dernier lieu seulement la myéline se constitue dans les fibres des voies pyramidales amenant l'époque des mouvements d'origine corticale.

Le schéma représentant la répartition, dans la substance blanche de la moelle, des différents faisceaux de fibres nerveuses physiologiquement différents obtenus par l'étude des dégénérescences secondaires concorde parfaitement avec le schéma trouvé par Flechsig. Il n'y a entre ces deux schémas qu'une différence peu importante : Flechsig subdivise le faisceau fondamental du cordon latéral et un faisceau interne, *la couche limitante latérale de la substance grise*, et un faisceau externe, *la zone mélangée antérieure du cordon latéral.* Cette zone mélangée antérieure correspond, en partie du moins, au faisceau de Gowers.

Après avoir ainsi établi, dans la substance blanche de la moelle épinière, la situation et les rapports réciproques des différents faisceaux

de fibres nerveuses physiologiquement différents, nous devons nous demander : d'où viennent ces fibres nerveuses? en d'autres termes, où ces fibres nerveuses ont-elles leurs cellules d'origine?

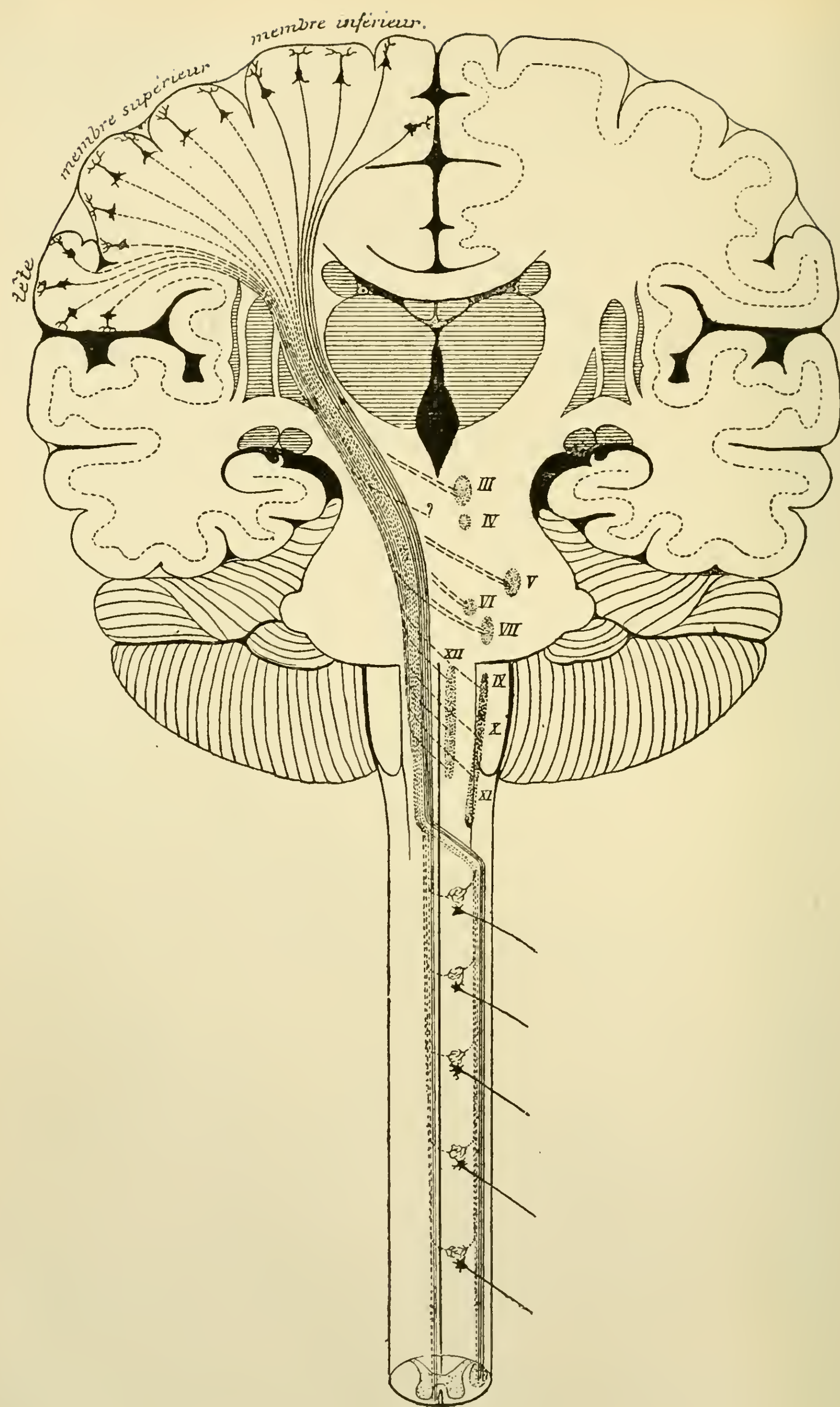
Prenons d'abord les fibres des faisceaux pyramidaux.

Origine des fibres des faisceaux pyramidaux ou faisceaux cérébro-spinaux.

Nous avons vu que, en sectionnant transversalement la moelle en un point quelconque, les fibres des faisceaux pyramidaux dégénèrent toujours en dessous du point sectionné. Nous en avons conclu que chacune de ces fibres doit avoir sa cellule d'origine en un point de l'axe cérébro-spinal situé au-dessus du plan de section. En étudiant, dans les leçons ultérieures, la structure interne des parties supérieures de l'axe nerveux, nous retrouverons ces voies pyramidales à travers toute la longueur de la moelle allongée, de la protubérance annulaire et du pédoncule cérébral; nous les reverrons encore dans la capsule interne et dans la substance blanche du centre ovale de chaque hémisphère. Les fibres qui constituent ces faisceaux ont, en effet, leurs cellules d'origine dans une région déterminée de l'écorce grise du cerveau terminal.

Nous avons déjà dit que, en descendant le long de la moelle, ces faisceaux pyramidaux diminuent insensiblement de volume, parce que, à chaque instant, des fibres quittent ces faisceaux pour se terminer dans la substance grise. Le faisceau pyramidal latéral peut être poursuivi, comme faisceau distinct, jusqu'à la partie inférieure de la moelle lombaire; des fibres isolées de ce faisceau descendent cependant jusqu'au niveau du filet terminal. Le faisceau pyramidal antérieur disparaît, comme faisceau distinct, vers la partie moyenne de la moelle dorsale ; des fibres isolées peuvent cependant se poursuivre jusque vers l'origine du quatrième nerf sacré. Depuis l'application de la méthode de Golgi à l'étude de la fine structure de l'axe cérébro-spinal, nous savons que, en descendant le long de la moelle, les cylindre-axes de ces fibres nerveuses émettent des *collatérales* qui pénètrent horizontalement dans la substance grise et s'y terminent par des ramifications libres.

Les fibres des faisceaux pyramidaux de la moelle ont donc leurs cellules d'origine dans la substance grise de l'écorce cérébrale et elles se terminent, par leurs ramifications collatérales et terminales, dans la substance grise de la corne antérieure de la moelle épinière. Et, chose remarquable, les fibres pyramidales de la moelle qui proviennent de l'hémisphère cérébral *droit* trouvent leur terminaison dans la substance grise de la moitié



Fir. 201.
Schéma des voies pyramidales.

gauche de la moelle, tandis que les fibres provenant de l'hémisphère cérébral *gauche*, arrivées dans la moelle, se terminent dans la corne antérieure de la moitié *droite*, FIG. 201.

En descendant de l'écorce cérébrale jusque dans la moelle épinière, ces fibres subissent un entrecroisement. Cet entrecroisement se fait, pour les fibres du faisceau pyramidal du cordon latéral, à la partie inférieure de la moelle allongée, là où nous avons décrit la *décussation des pyramides;* pour les fibres du faisceau pyramidal antérieur, cet entrecroisement se fait dans la commissure antérieure le long de la moelle épinière elle-même. Les fibres du faisceau pyramidal latéral renferment donc, le long de la moelle, des fibres déjà entrecroisées, qui se termineront dans la substance grise de la corne antérieure du même côté. Pour ce motif, on appelle souvent ce faisceau : le *faisceau pyramidal croisé*. Le faisceau pyramidal antérieur, au contraire, renferme, le long de la moelle, des fibres provenant directement de l'hémisphère cérébral correspondant, fibres qui ne s'entrecroiseront dans la commissure antérieure que pour aller se terminer dans la substance grise du côté opposé. Ce faisceau porte encore le nom de *faisceau pyramidal direct*.

Origine des fibres des cordons postérieurs.

D'où viennent les fibres des cordons postérieurs ?

D'une manière générale on peut dire que les fibres des cordons postérieurs ont leurs cellules d'origine en dehors de l'axe cérébro-spinal, dans les ganglions spinaux. Les ganglions spinaux sont des amas de cellules nerveuses situés sur le trajet des racines postérieures des nerfs spinaux, immédiatement en dedans de l'endroit où ces fibres postérieures se réunissent aux fibres de la racine antérieure correspondante pour constituer le nerf mixte périphérique. Chaque ganglion spinal est formé d'un nombre considérable de cellules nerveuses groupées en îlots plus ou moins distincts par le passage des fibres de la racine postérieure, FIG. 202.

Les cellules constitutives des ganglions spinaux ont été l'objet de recherches spéciales de la part de FLEMMING, MÜLLER, NISSL, v. LENHOSSEK, etc. C'est dans les cellules de ces ganglions que FLEMMING à signalé le premier, en 1882, l'existence de granulations et de fins filaments chromatophiles dans le protoplasme cellulaire. Ces granulations et ces filaments seraient repartis sans ordre dans le corps de la cellule nerveuse. NISSL considère les granulations chromatiques comme ayant une disposition concentrique par rapport au noyau. v. LENHOSSEK n'a trouvé, dans les cellules des ganglions spinaux du bœuf, ni les fibrilles chromatiques de FLEMMING, ni la disposition concentrique des granulations chromatiques de NISSL ; pour lui, il n'existe, dans le

protoplasme cellulaire, qu'un grand nombre de fines granulations distribuées sous ordre apparent et avides de matière colorante. Flemming, qui a repris tout recemment l'étude de la structure du protoplasme des cellules des ganglions spinaux, maintient sa première manière de voir, il déclare avoir retrouvé partout une structure fibrillaire.

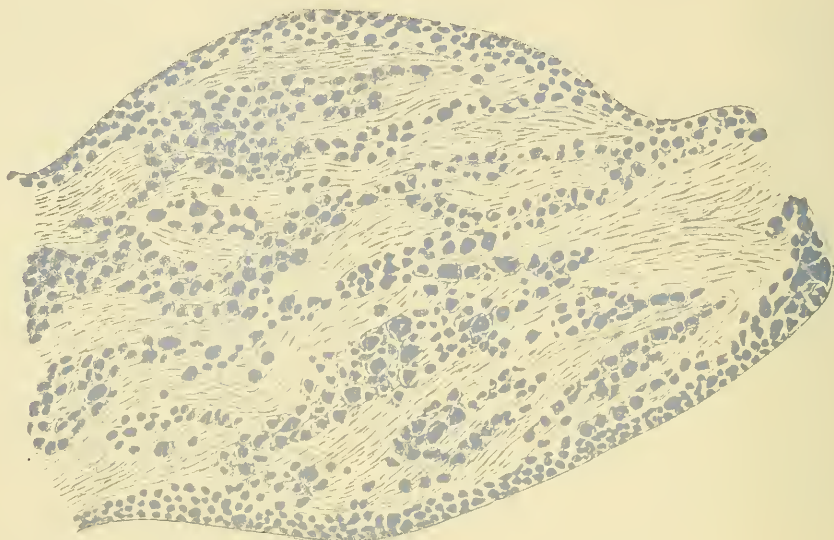


Fig. **202**.
Coupe longitudinale d'un ganglion spinal du chien (méthode de Nissl).

Quand on examine ces cellules à un grossissement convenable, on voit que la partie chromatique du protoplasme cellulaire se présente tantôt sous forme de granulations excessivement fines réparties sous ordre apparent dans toute l'étendue du corps cellulaire ainsi que v. Lenhossek l'a décrit pour les cellules des ganglions spinaux de bœuf, fig. **203** et **204**; tantôt la partie chromatique se présente, au contraire, sous forme de filaments à contours irréguliers, à trajet tortueux comme Flemming l'a décrite et figurée dans son dernier travail, fig. **203**; quelquefois même, dans certaines cellules, la partie chromatique se présente sous forme de blocs plus ou moins volumineux d'où l'on voit partir de fins filaments reliant les blocs les uns aux autres de telle sorte que la partie chromatique du corps cellulaire prend un aspect plus ou moins nettement réticulé, fig. **204**.

On ignore encore, dans l'état actuel de la science, la valeur qu'il faut attribuer à ces aspects divers sous lesquels peut se présenter la partie chromatique dans le protoplasme des cellules constitutives des ganglions cérébro-spinaux.

Nous savons que, embryologiquement, les ganglions spinaux sont formés de cellules bipolaires, qui, dans le cours du développement, se sont transformées en cellules unipolaires.

Des deux prolongements qui dépendent de chacune de ces cellules nerveuses, l'externe, devenu le cylindre-axe d'une fibre périphérique, se

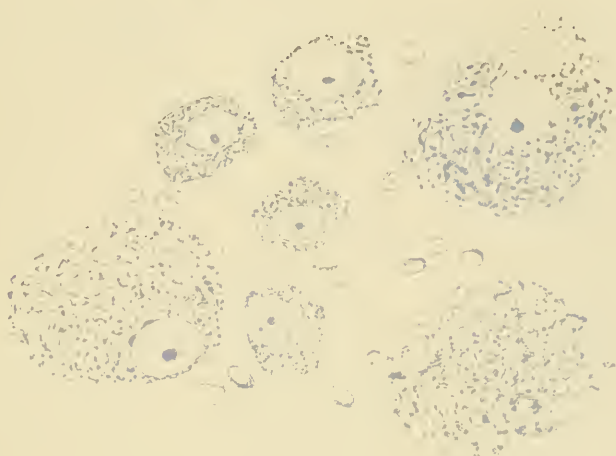


Fig. **203**.
Quelques cellules de la coupe précédente dessinées à un fort grossissement.

termine par des ramifications libres, soit entre les rangées épithéliales de l'épiderme et des muqueuses périphériques pour y recueillir les



Fig. **204**.
Deux cellules d'un ganglion spinal du porc (méthode de Nissl).

impressions du dehors; soit dans les parties internes du corps : les os, le périoste, les muscles, les séreuses, etc., pour y recueillir les impressions

internes. Le prolongement interne, au contraire, se dirige vers la moelle. Il devient le cylindre-axe d'une fibre nerveuse des racines postérieures, arrive à la moelle au niveau du sillon collatéral dorsal et pénètre directement dans la partie externe du cordon postérieur. Là, ce prolongement se bifurque en une branche ascendante et une branche descendante qui vont devenir l'une et l'autre cylindre-axe d'une fibre constitutive des cordons postérieurs, FIG. 205.

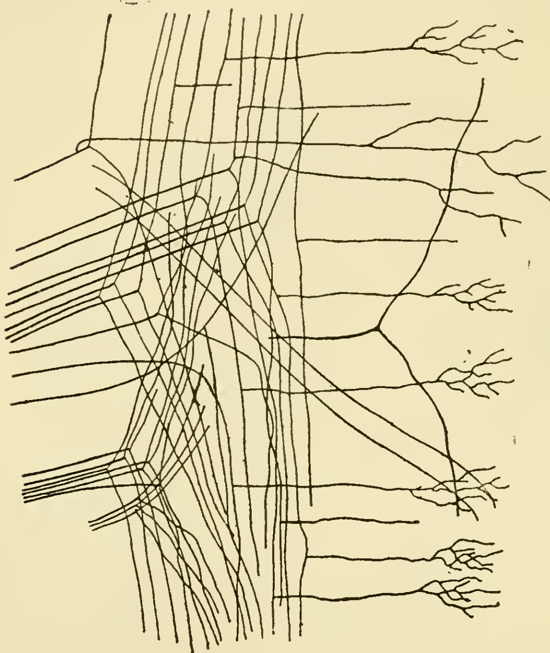


FIG. 205.
Entrée des fibres des racines postérieures dans le cordon postérieur de la moelle d'un embryon de veau.

Les branches *descendantes* sont courtes ; elles descendent quelque peu dans le cordon postérieur, puis se recourbent à angle droit sur elles-mêmes, pénètrent horizontalement dans la substance grise pour s'y terminer par des ramifications libres.

Les branches *ascendantes* peuvent se comporter de différentes manières. Ou bien ces branches sont courtes, elles ne montent dans le cordon postérieur que sur une faible étendue, puis elles se recourbent dans la substance grise et s'y terminent; ce sont les *fibres courtes* des cordons postérieurs. Ou bien, les branches ascendantes sont excessivement longues, elles parcourent toute la longueur de la moelle épinière depuis l'entrée de la racine postérieure à laquelle elles appartiennent, jusqu'à la partie inférieure de la moelle allongée, où elles vont se terminer dans la substance grise qui existe au niveau de la *clava*; ce sont les *fibres longues*.

Ou bien encore, les branches ascendantes ont une longueur comprise entre ces deux extrêmes; elles montent donc plus ou moins haut dans le cordon postérieur, puis se recourbent sur elles-mêmes et se terminent dans la substance grise; ce sont les *fibres moyennes*. Nous avons représenté dans la moitié gauche du schéma de la FIG. 206, le trajet, dans le cordon postérieur, des différentes fibres appartenant à une même racine. En

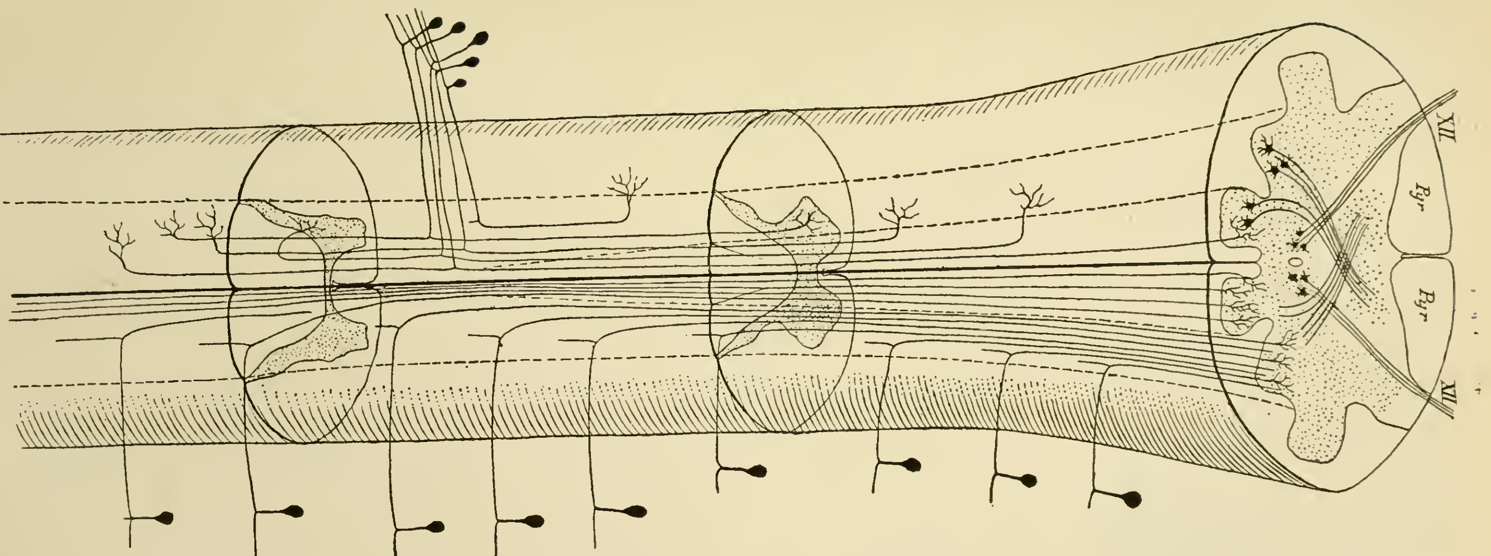


Fig. **206**.

Schéma indiquant le trajet que parcourent les fibres des racines postérieures dans les cordons postérieurs.

A gauche, nous avons représenté les différentes fibres provenant d'une seule racine. A droite, nous avons représenté la position relative des fibres longues provenant de racines différentes. Chaque ganglion spinal a été représenté par une seule cellule unipolaire.

montant et en descendant dans ce cordon, les branches ascendantes et descendantes émettent sur tout leur trajet de nombreuses branches collatérales qui pénètrent horizontalement dans la substance grise et s'y terminent par des ramifications libres. Ces collatérales, nées des branches de bifurcation de fibres des racines postérieures, sont principalement des *collatérales longues*, sensitivo-motrices, dans le voisinage immédiat de la bifurcation. Ces collatérales longues se ramifient et se terminent entre les cellules nerveuses de la corne antérieure. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du point de bifurcation, les collatérales sont *courtes*; elles se ramifient et se terminent dans les diverses régions de la corne postérieure.

Où se trouvent, dans le cordon postérieur, ces fibres longues et ces fibres courtes et quel est le trajet que suivent dans ce cordon les fibres qui appartiennent à une racine postérieure déterminée?

Pour résoudre ces questions, on a eu recours à des recherches expérimentales sur des animaux et à des observations cliniques chez l'homme. Nous avons dit qu'après une section transversale complète de la moelle, il y avait dégénérescence de toutes les fibres du cordon postérieur dans les coupes pratiquées non seulement *au-dessus* du plan de section, mais encore *en dessous* de l'entrée dans la moelle de la racine postérieure immédiatement voisine. Cette remarque avait son importance, parce que chaque racine postérieure amène dans le cordon postérieur des fibres nouvelles, lesquelles, n'ayant pas été sectionnées, ne subissent pas la dégénérescence secondaire.

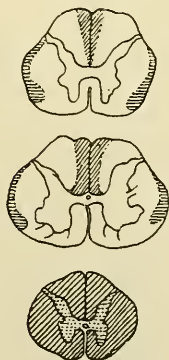


Fig. 207.
Coupes de la moelle cervicale d'un homme qui avait eu une compression vers la partie inférieure de la moelle dorsale.
(d'après Strümpell).

Prenons une moelle présentant, en un point quelconque, une interruption complète de toutes les fibres de la substance blanche soit à la suite d'une section expérimentale, soit comme conséquence d'une lésion pathologique. Vous savez que si l'on pratique dans cette moelle une coupe transversale immédiatement *au-dessus* du point sectionné ou lésé, on y trouvera en dégénérescence toutes les fibres du cordon postérieur. Si, au contraire, on pratique une coupe à quelques centimètres au-dessus du point lésé, c'est-à-dire *au-dessus* de l'entrée, dans ce tronçon supérieur de la moelle, des racines postérieures d'un ou de deux nerfs périphériques, la zone de fibres dégénérées n'occupera plus que la partie interne du

cordon postérieur, tandis que sa partie externe sera formée de fibres normales, fig. 207. Celles-ci ne peuvent appartenir qu'aux racines postérieures qui ont pénétré dans la moelle entre le niveau d'interruption des fibres de la substance blanche et le niveau auquel correspond la coupe. A leur entrée dans les cordons postérieurs, les fibres des racines postérieures vont donc occuper la partie du cordon voisine de la corne grise. Cette partie externe du cordon postérieur porte le nom de *zone radiculaire*. Si l'on pratique dans cette moelle une coupe à un endroit plus éloigné encore du point lésé, fig. 207, la zone des fibres dégénérées, considérablement réduite, n'occupera plus dans le cordon postérieur que la partie voisine du septum médian. Le faisceau de fibres dégénérées diminue donc de bas en haut; cette diminution est due aux fibres courtes qui quittent ce faisceau pour se terminer dans la substance grise au fur et à mesure qu'il monte dans la moelle.



Fig. 208.



Fig. 209.



Fig. 210.

Pour faire la contre-épreuve de ces expériences et pour déterminer plus exactement encore le trajet, dans le cordon postérieur, des fibres provenant d'une racine postérieure donnée, Singer et Münzer ont sectionné, sur un chien, d'un seul côté de la moelle, les racines postérieures du 26e, 27e et 28e nerf spinal, puis celles du 20e, 21e et 22e nerf spinal. Une coupe transversale faite au-dessus de l'entrée du 26e nerf spinal montre des fibres en dégénérescence le long de la face interne de la corne postérieure. Au dessous du 22e nerf spinal, les fibres dégénérées ont quitté la corne postérieure et forment une zone triangulaire tout près de la cloison mediane dorsale, fig. 208. Ces fibres dégénérées appartiennent aux racines inférieures sectionnées; elles ont été refoulées vers la partie interne du cordon postérieur par les fibres normales provenant des racines du 25e, 24e et 23e nerf spinal.

Entre le 20e et le 22e nerf spinal, les fibres dégénérées venant du 26e, 27e et 28e nerf spinal restent près de la cloison médiane, tandis que de

nouvelles fibres dégénérées appartenant aux racines du 22[e] et du 21[e] nerf spinal apparaissent le long de la corne postérieure, FIG. 209.



FIG. 211.

Au niveau du 18[e] nerf dorsal, cette dernière zone de fibres en dégénérescence a été écartée de la corne postérieure et occupe la partie moyenne du cordon postérieur, tandis que la zone dégénérée des fibres inférieures reste près de la cloison médiane, FIG. 210.

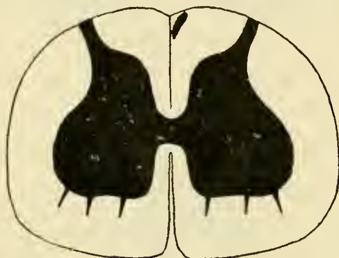


FIG. 212.

Dans la moelle dorsale, les deux zones dégénérées tendent à fusionner, FIG. 211, tandis qu'au niveau du renflement cervical cette fusion est faite; on n'y trouve plus qu'une zone triangulaire unique près de la cloison médiane, FIG. 212.

Chacun de ces faisceaux de fibres dégénérées diminue de volume de bas en haut; on peut donc en conclure qu'au fur et à mesure qu'ils montent dans la moelle, ces faisceaux abandonnent des fibres nerveuses qui se rendent dans la substance grise; ce sont les fibres des voies courtes. Les fibres qui restent dans le cordon peuvent être poursuivies jusqu'à la moelle allongée, où elles se terminent dans la *clava;* ce sont les fibres des voies longues.

Ces résultats expérimentaux obtenus chez les animaux ont été confirmés pour la moelle de l'homme par des observations cliniques. PFEIFFER a pu examiner la moelle d'un homme, chez qui une tumeur sarcomateuse avait détruit dans le canal rachidien, en dedans de leur ganglion spinal, les racines postérieures du premier et du deuxième nerf dorsal, sans avoir comprimé la moelle elle-même. Il a trouvé dans le cordon postérieur, au niveau du premier nerf dorsal, une zone de fibres dégénérées le long de la face interne de la corne postérieure. Au niveau du troisième nerf cervical, cette zone dégénérée avait quitté la corne postérieure et occupait la partie interne du faisceau de BURDACH. Nous avons reproduit dans la FIG. 213 trois coupes de la moelle d'un homme chez qui une compression des nerfs de la queue de cheval avait amené la dégénérescence des fibres des racines postérieures de ces nerfs. La position des fibres dégénérées dans le cordon postérieur concorde parfaitement avec les résultats obtenus expérimentalement chez le chien.

De la position de ces fibres dégénérées dans le cordon postérieur à

différentes hauteurs de la moelle, on peut donc déduire naturellement le trajet que suivent, dans ce cordon, les fibres provenant d'une racine spinale donnée. A leur entrée dans la moelle, ces fibres se placent dans la partie externe du cordon, c'est-à-dire sur la face interne de la corne grise postérieure où elles forment la *zone radiculaire*. Elles conservent cette position jusqu'à l'entrée des fibres de la racine immédiatement supérieure. A ce niveau, elles sont refoulées en dedans par ces fibres nouvelles. La même chose se répète à l'entrée de chaque racine postérieure, jusqu'à ce que, à la fin, les fibres de la racine inférieure occupent la partie tout à fait interne du cordon. Nous avons représenté cette disposition relative des fibres des différentes racines dans la moitié droite du schéma de la FIG. 214. Chaque ganglion spinal a été figuré par une seule cellule nerveuse et chaque racine postérieure par une seule fibre nerveuse longue.



FIG. 213.
Trois coupes d'une moelle épinère ayant subi une compression des nerfs de la queue de cheval (d'après REDLICH)
A : Coupe de la moelle sacrée.
B : Coupe de la partie inférieure de la moelle dorsale,
C : Coupe du renflement cervical.
La partie laissée en blanc dans les cordons postérieurs représente la zone des fibres dégénérées.

Le cordon postérieur de la moelle augmente de volume de bas en haut parce que chaque racine postérieure amène dans ce cordon de nouvelles fibres constitutives. Mais cette augmentation de volume du cordon postérieur n'est pas proportionnelle au nombre des fibres amenées par chaque racine. Parmi ces fibres, en effet, quelques-unes seulement constituent des voies longues et peuvent être poursuivies à travers toute la longueur de la moelle ; le plus grand nombre d'entre elles, au contraire, sont des voies courtes, c'est-à-dire qu'après avoir été, sur un certain trajet, fibres constitutives du cordon postérieur, elles quittent ce cordon pour se terminer dans la substance grise.

Nous avons vu que, à partir de la moelle dorsale supérieure, chaque

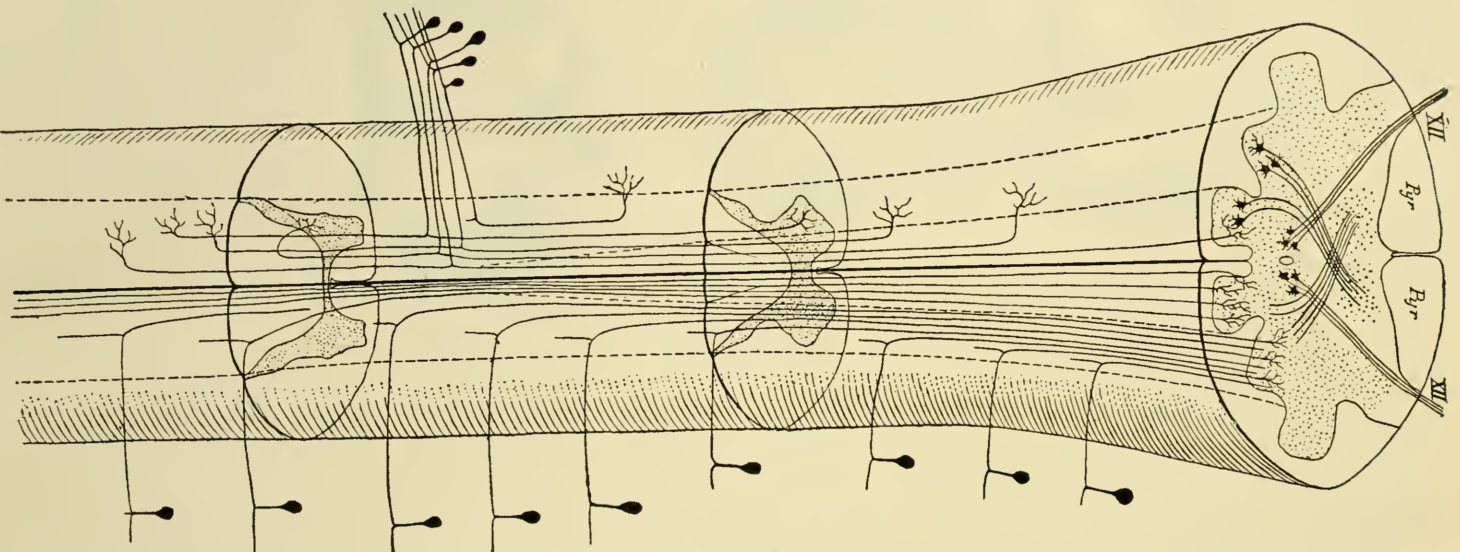


Fig. 214.

Schéma indiquant le trajet que parcourent les fibres des racines postérieures dans les cordons postérieurs.

A gauche, nous avons représenté les différentes fibres provenant d'une seule racine. A droite, nous avons représenté la position relative des fibres longues provenant de racines différentes. Chaque ganglion spinal a été représenté par une seule cellule unipolaire.

cordon postérieur est subdivisé, par une cloison paramédiane, en un faisceau interne ou faisceau de Goll et un faisceau externe ou faisceau de Burdach. D'après les recherches de Flechsig, les fibres du faisceau du Burdach sont entourées de myéline sur des embryons humains de 25 ctm., tandis que les fibres du faisceau de Goll ne développent leur gaine de myéline que plus tard, sur des embryons de 28 à 30 ctm. S'appuyant sur ces faits, on a cru pendant longtemps devoir considérer ces deux faisceaux comme formés de fibres nerveuses physiologiquement différentes. Les observations de Singer, de Singer et Münzer, de Mott et de beaucoup d'autres auteurs, sur les phénomènes de dégénérescence observés dans le cordon postérieur à la suite de la section d'une racine postérieure en dedans de son ganglion spinal, ont montré que cette distinction ne pouvait se maintenir. Dans la partie inférieure de la moelle dorsale, dans la moelle lombaire et la moelle sacrée, le cordon postérieur forme un faisceau unique formé à la fois de fibres longues, de fibres moyennes et de fibres courtes. Les fibres des racines sacrées forment toute l'épaisseur du cordon postérieur le long de la moelle sacrée. Au niveau de renflement lombaire, les fibres des racines sacrées, refoulées en dedans, occupent la partie interne du cordon, tandis que les fibres lombaires occupent la partie externe.

Le long de la moelle dorsale, les fibres sacrées occupent la partie interne du cordon, les fibres lombaires la partie moyenne et les fibres dorsales la partie externe. Les fibres sacrées ont abandonné la plupart de leurs fibres courtes, les fibres lombaires sont formées de fibres longues, de fibres moyennes et de fibres courtes, tandis que dans les fibres dorsales prédominent les fibres courtes.

Au niveau de la moelle cervicale, toutes les fibres du cordon postérieur venant de la partie inférieure de la moelle sont refoulées en dedans, pour faire place aux fibres cervicales. La partie interne du cordon postérieur n'est plus formée, à ce niveau, que de fibres longues et de fibres moyennes venant des racines sacrées et des racines lombaires ; dans la partie moyenne du cordon, on trouve un mélange de fibres longues, de fibres moyennes et de fibres courtes venant des racines dorsales ; toute la partie externe du cordon est occupée par les fibres longues, moyennes et courtes des racines cervicales. A ce niveau survient la cloison paramédiane divisant le cordon en deux faisceaux : le faisceau interne ne renfermera que des fibres longues et des fibres moyennes venant de la partie inférieure de la moelle : c'est le faisceau de Goll ; le faiceau externe sera formé à la fois de fibres courtes, de fibres moyennes et de fibres longues appartenant aux racines supérieures de la moelle : c'est le faisceau de Burdach.

Jusqu'ici, pour ne pas compliquer la description, nous n'avons parlé, dans le cordon postérieur, que de fibres présentant la dégénérescence secondaire *ascendante*. Il existe cependant dans ce cordon des fibres à dégénérescence secondaire *descendante*. Nous avons vu, en effet, que les fibres spinales, à leur entrée dans le cordon postérieur, se bifurquent en branches ascendantes et en branches descendantes. Les branches descendantes sont toutes des fibres courtes. Une fois séparées de leurs cellules d'origine, elles subissent la dégénérescence secondaire descendante. Après la section d'une racine postérieure, cette dégénérescence ne se poursuit dans la moelle, en dessous de la racine sectionnée, qu'un peu au delà de la racine inférieure immédiatement voisine.

Toutes les fibres du cordon postérieur ont-elles la même signification, c'est-à-dire, devons-nous les considérer toutes comme les prolongements internes des cellules des ganglions spinaux ? Ou bien existe-t-il dans le cordon postérieur des fibres qui ont leurs cellules d'origine dans la substance grise de la moelle elle-même?

Pour résoudre cette question par l'étude des dégénérescences secondaires, on peut s'y prendre de deux façons : ou bien, on peut sectionner chez un animal toutes les racines postérieures des nerfs spinaux et voir alors s'il persiste dans le cordon postérieur des fibres qui échappent à la dégénérescence; ou bien, on peut chercher un moyen quelconque pour détruire la substance grise de la moelle en respectant les fibres de la substance blanche et les ganglions spinaux des racines postérieures, et voir si l'on rencontre dans le cordon postérieur des fibres en dégénérescence.

Les deux expériences ont été réalisées et ont donné des résultats concordants.

En 1884, Ehrlich et Brieger ont montré qu'une ligature temporaire de l'aorte abdominale (expérience de Stenson) amène la nécrose de la substance grise de la moelle lombaire. Cette expérience nous met entre les mains un moyen d'étudier les dégénérescences secondaires accompagnant la destruction des cellules nerveuses de la substance grise. Ils ont trouvé, chez des animaux qui avaient survécu quelques semaines à cette expérience, outre la dégénérescence des fibres des racines antérieures et d'un grand nombre de fibres du cordon antéro-latéral, sur lesquelles nous reviendrons plus loin, une zone de fibres en dégénérescence au sommet du cordon postérieur tout près de la commissure grise. Singer et Münzer ont repris ces expériences avec la méthode de Marchi ; ils ont obtenu une dégénérescence diffuse dans les cordons postérieurs, surtout prononcée au sommet

de ces cordons. Ils en ont conclu à l'existence, dans le cordon postérieur, de fibres ayant leurs cellules d'origine dans la substance grise de la moelle elle-même.

Les mêmes fibres existent dans les cordons postérieurs de la moelle chez l'homme. Il y a une maladie organique du système nerveux caractérisée par une dégénérescence des fibres des racines postérieures (le tabes). On trouve dans la moelle de certains de ces malades une dégénérescence complète des fibres des cordons postérieurs, à l'exception d'une zone de fibres nerveuses voisine de la commissure grise. Ces fibres non dégénérées ne peuvent donc pas appartenir aux racines postérieures.

Le même fait a été observé dans des cas d'écrasement de la queue de cheval : tout le long de la moelle sacrée et de la moelle lombaire, les fibres des cordons postérieurs étaient dégénérées, sauf dans une zone assez large bordant la commissure grise et se prolongeant en pointe le long du col de la corne postérieure (Déjerine et Sottas).

Il existe donc, dans les cordons postérieurs, deux espèces de fibres nerveuses : les unes représentent la continuation directe des fibres des racines postérieures. Elles forment la plus grande masse du cordon. Elles ont leurs cellules d'origine dans les ganglions spinaux. On les appelle *fibres radiculaires* ou *fibres exogènes* (P. Marie). Les autres forment un petit faisceau occupant le sommet du cordon postérieur. Elles ont leur origine dans la substance grise de la moelle. Elles représentent des fibres commissurales longitudinales et sont désignées sous le nom de *fibres médullaires* ou *fibres endogènes*. Ces fibres sont réunies en un petit faisceau au sommet du cordon postérieur où elles constituent le *faisceau fondamental du cordon postérieur*. On le désigne encore sous le nom de *zone ventrale des cordons postérieurs* ou *faisceau des fibres cornu-commissurales* (P. Marie).

En étudiant la structure de la substance grise au moyen de la méthode de Golgi, nous verrons que les cellules d'origine de ces fibres commissurales postérieures siègent dans la substance grise des cornes postérieures.

Les fibres des cordons postérieurs sont donc, au point de vue anatomique, des fibres médullaires ou endogènes et des fibres radiculaires ou exogènes.

D'après les dernières recherches embryologiques de Flechsig, chaque cordon postérieur renfermerait au moins quatre faisceaux ou quatre systèmes de fibres nerveuses différents l'un de l'autre par l'époque à laquelle leurs fibres constitutives s'entourent de la gaine de myéline.

Etablir, dit Flechsig, que toutes les fibres des cordons postérieurs sont la continuation des fibres des racines postérieures, ce n'est pas du tout résoudre la question de savoir si toutes ces fibres ne forment qu'un seul *système*, c'est-à-dire si toutes ces fibres

ont les mêmes connexions anatomiques et remplissent par conséquent les mêmes fonctions. Toutes ces fibres ne sont pas équivalentes. Sectionner une racine postérieure, c'est sectionner toutes les fibres indistinctement, qu'elles viennent des muscles, de la peau, des viscères ou de n'importe quelle autre partie du corps ; qu'elles servent aux voies réflexes ou qu'elles soient destinées à la voie centrale corticale. La méthode embryologique seule permet d'établir les systèmes.

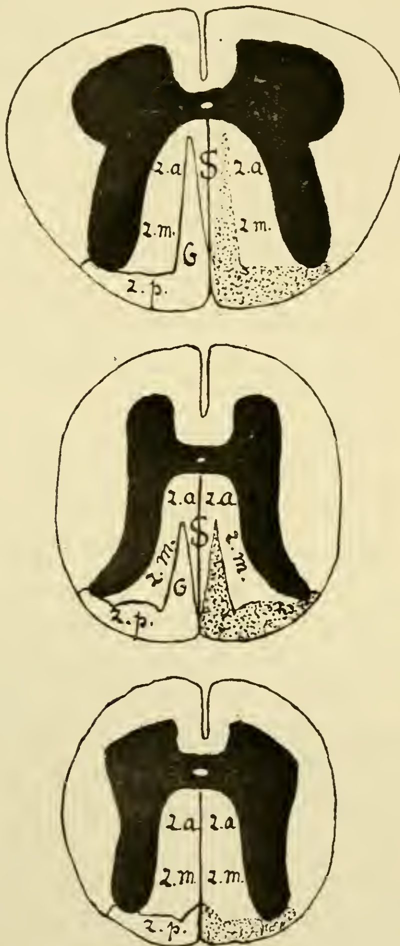


Fig. **215.**
Subdivision des fibres du cordon postérieur (d'après Flechsig).
z. p. : Zone radiculaire postérieure.
z. m. : Zone radiculaire moyenne.
z. a. : Zone radiculaire antérieure.
S. : Zone médiane.
G. : Faisceau de Goll.

C'est en se basant sur les résultats obtenus par cette méthode, que Flechsig divise donc chaque cordon postérieur de la moelle dans les quatre zones suivantes : fig. **215.**

1° La *zone radiculaire postérieure* formée d'une partie médiane et d'une partie latérale. Toutes ses fibres constitutives proviennent des fibres des racines postérieures et se terminent dans la substance grise de la moelle.

2° La *zone radiculaire antérieure* formée en majeure partie de fibres radiculaires postérieures. Après un court trajet ascendant ces fibres se terminent dans la corne postérieure.

3° La *zone radiculaire moyenne* formée de fibres appartenant à deux systèmes : les fibres du premier système proviennent des fibres radiculaires postérieures et se terminent dans la colonne de Clarke ; les fibres du deuxième système représenteraient, dans la moelle lombaire, les fibres du cordon de Goll de la moelle cervicale.

4° La zone médiane formée de fibres nerveuses dont Flechsig ignore l'origine.

De tous ces faisceaux, celui de Goll est le seul qui augmente de vo- de bas en haut.

Ces recherches de Flechsig concordent assez bien avec les recherches anatomiques : les cordons postérieurs renferment des *fibres radiculaires* et des *fibres médullaires*. Les *fibres radiculaires* forment la zone radiculaire postérieure, la zone radiculaire moyenne, au moins en partie, et la zone radiculaire antérieure de Flechsig

tandis que les *fibres médullaires* correspondent, au moins en partie, aux fibres de la zone médiane de Flechsig.

Cette subdivision des cordons postérieurs basée sur des recherches embryologiques ne correspond pas à celle que l'on pourrait établir par l'étude des dégénérescences secondaires ; mais la première serait plus importante que la seconde, parce que, d'après Flechsig, elle correspond aux dégénérescences des cordons postérieurs consécutives aux lésions du tabes.

Dans certains cas pathologiques, notamment à la suite de lésion de la moelle cervicale, Schultze a signalé l'existence, dans chaque cordon postérieur, d'un petit faisceau de fibres nerveuses en forme de virgule présentant la dégénérescence descendante. Fig. 216. On le désigne communément sous le nom de *faisceau en virgule de Schultze*. Les fibres constitutives de ce faisceau restant intactes à la suite de lésions radiculaires, on suppose qu'il est formé de fibres commissurales endogènes, c'est-à-dire d'origine médullaire. Ces fibres n'existent, comme faisceau distinct, que dans la moelle cervicale.

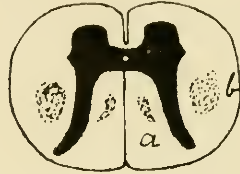


Fig. 216.
Coupe de la moelle cervicale avec les fibres présentant la dégénérescence descendante (d'après Schultze).
a : Virgule de Schultze.
b : Faisceau pyramidal latéral.

Dans la moelle lombaire, Flechsig a décrit, de chaque côté du septum médian, un petit faisceau de fibres nerveuses distinct des fibres voisines par l'époque de leur myélinisation. Fig. 217. On l'appelle *centre ovale de Flechsig*. Il n'existe que dans la moelle lombaire. On suppose qu'il est formé également de fibres endogènes.

D'après les recherches de Gombault et Philippe, il existerait, dans la moelle sacrée, un petit faisceau triangulaire de fibres nerveuses d'origine médullaire à la partie postéro-interne de chaque cordon postérieur; on le désigne quelquefois sous le nom de *triangle de Gombault et Philippe*.

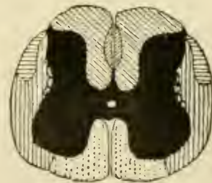


Fig. 217.
Les différents faisceau de la substance blanche de la moelle lombaire (d'après Flechsig).

Les fibres endogènes des cordons postérieurs de la moelle y seraient donc distribuées d'une façon assez irrégulière : sur toute la longueur de la moelle elles forment un petit faisceau compact occupant le sommet du cordon postérieur et connu sous les noms de *faisceau fondamental du cordon postérieur, zone ventrale du cordon postérieur* ou zone des *fibres cornu-commissurales*. En dehors de ce faisceau, il existerait encore des fibres endogènes éparpillées dans le reste du cordon postérieur. A certains endroits ces fibres se grouperaient en faisceau. Ce serait là l'origine du *faisceau en virgule de Schultze* le long de la moelle cervicale, du *centre ovale de Flechsig* le long de la moelle lombaire et du *triangle de Gombault et Philippe* le long de la moelle sacrée.

Littérature.

Flechsig : *Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark.* Leipzig, 1876. — Van Gehuchten : *Faisceau pyramidal et maladie de Little.* Journal de neurologie et d'hypnologie, vol. I, 5 Juin 1896. — Flemming : *Vom Bau der Spinalganglienzellen.* Beiträge zur Anatomie und Embryologie als Festgabe für J. Henle von seinen Schülern, 1882. — Müller : *Untersuchungen über den Bau der Spinalganglien.* Nordisk med. Arkiv, Bd. 23. — Nissl : *Ueber die sogenannten Granula der Nervenzellen.* Neurolog. Centralbl., 1894. — v. Lenhossek : *Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen.* 2e Aufiahe, Berlin, 1895, pp. 160-175. — Flemming : *Ueber die Structur der Spinalganglienzellen.* Verhandl. der Anatom. Gesellsch., in Basel, 1895. — *Ueber den Bau der Spinalgangienzellen bei Sängethieren, und Bemerkungen über den der Centralenzellen.* Archiv f. mikr. Anat., Bd. XXXXVI, 1895. — Singer : *Ueber secundäre Degeneration am Rückenmark des Hundes.* Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. zu Wien, 1881. — Singer et Münzer : *Beiträge zur Anatomie des Centralnervensystems insbesondere des Rückenmarkes.* Abhand. d. Wiener Akademie, Bd. 57, 1890. — Mott : *Experimental inquiry upon the afferent tracts of the central nervous system of the monkey.* Brain, 1895. (Neurolog. Centralbl., 1896, pp. 552-554). — Redlich : *Die hinteren Wurzeln des Rückenmarkes und die pathologische Anatomie der Tabes dorsalis.* Arbeiten ans dem Institut für Anat. und Phys. des Centralnerveusystems. Wien, 1892. — Déjerine et Sottas : *Sur la distribution des fibres endogènes dans le cordon postérieur de la moelle et sur la constitution du cordon de Goll.* Comptes rendus de la Soc. de Biologie, 15 Juin 1896. — Flechsig . *Ist die Tabes dorsalis eine « Systemerkrankung ? »* Neurolog. Centralbl., 1890 — P. Marie : *Leçons sur les maladies de la moelle.* Paris, 1892. — Gombault et Philippe : *Etat actuel de nos connaissances sur la systématisation des cordons postérieurs de la moelle épinière.* La Semaine médicale, 17 Avril 1894. — Schultze : *Beiträge zur Lehre von der secundären Degenerationem im Rückenmarke des Menschen nebst Bemerkungen über die Anatomie des Tabes.* Archiv f. Psychiatrie und Nervenkrankheiten, 1883. — Dufour : *Quelques considérations sur le groupement des fibres endogènes dans les cordons postérieurs de la moelle, à propos d'un cas de compression des nerfs de la queue de cheval.* Comptes rendus de la Soc. de Biologie, 2 Mai 1896.

QUINZIÈME LEÇON

La structure interne de la moelle épinière.

(Suite)

Les éléments nerveux de la substance grise de la moelle. — Substance gélatineuse et substance spongieuse. — Les cellules nerveuses de la moelle : cellules radiculaires et cellules des cordons. — Origine des fibres du faisceau fondamental ou faisceau propre du cordon antérieur, du cordon latéral et du cordon postérieur. — Origine des fibres du faisceau cérébelleux ou faisceau cérébello-spinal. — Origine des fibres du faisceau de Gowers ou faisceau antéro-latéral superficiel. — La substance grise centrale. — La substance gélatineuse de Rolando. — Origine et terminaison des fibrilles nerveuses de la substance grise.

Nous nous sommes demandé, dans la leçon précédente, d'où viennent les fibres nerveuses qui constituent la substance blanche de la moelle épinière. Nous avons vu que les fibres des deux faisceaux pyramidaux ont leurs cellules d'origine en dehors de la moelle; elles représentent les prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses d'une région déterminée de l'écorce cérébrale. Nous avons vu également que les cordons postérieurs renferment deux espèces de fibres nerveuses : les unes, les plus nombreuses, ont leurs cellules d'origine en dehors de la moelle ; elles représentent les prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses qui constituent les ganglions spinaux. Ce sont les *fibres radiculaires* ou *fibres exogènes*. Les autres forment avant tout un petit faisceau de fibres nerveuses au sommet de chaque cordon postérieur, le *faisceeu fondamental du cordon postérieur* ; puis des fibres éparpillées entre les fibres radiculaires produisant, par leur réunion, le *faisceau en virgule de Schultze* dans la moelle cervicale et le *centre ovale de Flechsig* dans la moelle lombaire. Toutes ces fibres proviennent de la substance grise de la moelle elle-même. Ce sont les *fibres médullaires* ou *fibres endogènes*. Nous n'avons pas encore pu déterminer l'endroit où siègent leurs cellules d'origine.

Il nous reste à rechercher d'où viennent les fibres du faisceau cérébelleux, les fibres du faisceau de Gowers et celles du faisceau fondamental du cordon antéro-latéral.

Toutes ces fibres ont leurs cellules d'origine dans la substance grise de la moelle. Nous avons, pour établir ce fait, une preuve positive et une preuve négative.

Preuve négative. Ces fibres ne proviennent pas des nerfs périphériques, puisqu'elles restent intactes après la section de toutes les racines postérieures. Elles ne proviennent pas non plus des parties supérieures de l'axe cérébro-spinal, puisqu'elles ne subissent pas la dégénérescence après une section transversale de la partie inférieure de la moelle allongée.

Preuve positive. La destruction de la substance grise de la moelle lombaire, après ligature temporaire de l'aorte abdominale, amène, d'après Singer et Münzer, la dégénérescence d'un grand nombre de fibres dans les cordons antéro-latéraux.

Pour connaître la place occupée dans la substance grise de la moelle par les cellules d'origine des fibres du faisceau cérébelleux, des fibres du faisceau de Gowers, des fibres du faisceau fondamental du cordon antéro-latéral et de celles du faisceau fondamental ou zone ventrale du cordon postérieur, nous devons étudier la structure de la substance grise elle-même.

Les éléments nerveux de la substance grise.

On distingue, dans la substance grise de la moelle, la *substance gélatineuse* et la *substance spongieuse.* La première est caractérisée par une transparence spéciale. Elle existe autour du canal central, où elle constitue ce qu'on appelle la *substance grise centrale (substantia grisea centralis).* On la trouve encore autour de la corne postérieure : elle entoure comme une coiffe ou comme une calotte le sommet de cette corne et porte le nom de *substance gélatineuse de Rolando (substantia gelatinosa).* Tout le reste de la substance grise est formé de substance spongieuse.

La substance grise de la moelle épinière, comme la substance grise de tout l'axe cérébro-spinal, est formée essentiellement de cellules nerveuses. Entre ces cellules, on trouve un entrelacement inextricable de fines fibrilles nerveuses. Celles-ci ne sont en grande partie que les ramifications collatérales et les ramifications terminales des fibres de la substance blanche.

Nous avons donc à étudier, dans la substance grise de la moelle,

1° les cellules nerveuses,

2° l'origine et le mode de terminaison des ramifications cylindraxiles des fibres de la substance blanche.

A. Les cellules nerveuses de la moelle.

Les cellules nerveuses de la substance grise de la moelle épinière appartiennent toutes au type multipolaire. La forme et le volume de ces cellules

sont variables à l'infini, mais toutes possèdent les deux espèces de prolongements qui caractérisent toute cellule des centres nerveux : des prolongements à conduction cellulipète, prolongements protoplasmatiques ou dendrites, et au moins un prolongement à conduction cellulifuge, prolongement cylindraxile ou axone.

Les prolongements protoplasmatiques finissent tous par des ramifications libres, soit entre les éléments cellulaires de la substance grise, soit entre les fibres nerveuses de la substance blanche.

Par la façon dont se comporte le prolongement cylindraxile, ces cellules appartiennent aux deux types découverts par Golgi : des cellules à cylindre-axe court, appelées encore *cellules de Golgi*, analogues à celle que nous avons représentée dans la fig. 218 ; et des cellules à cylindre-axe long. Les cellules de Golgi n'ont été observées que dans les cornes postérieures. On ignore encore quelle peut être leur signification physiologique.

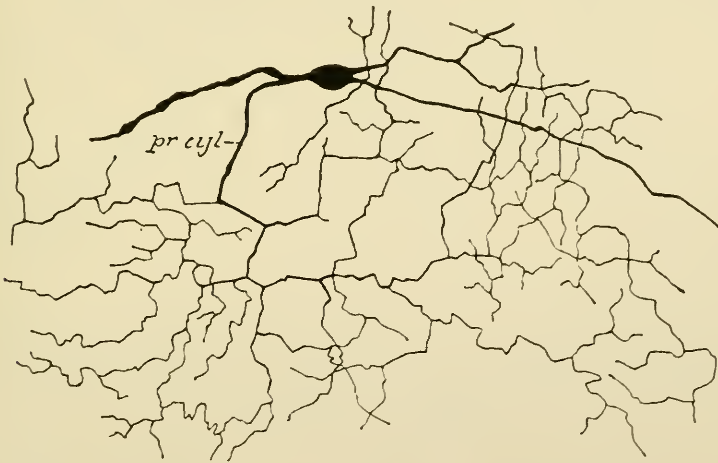


Fig. 218.
Cellule nerveuse à cylindre-axe court ou cellule de Golgi.

Les cellules nerveuses à cylindre-axe long existent dans toutes les régions de la substance grise.

Parmi ces cellules, les unes envoient leur prolongement cylindraxile dans les racines des nerfs périphériques : on les appelle pour ce motif des *cellules radiculaires*, *a* et *b*, fig. 219. Les autres envoient leur prolongement cylindraxile dans la substance blanche de la moelle elle-même pour y devenir le cylindre-axe d'une fibre nerveuse : ce sont les *cellules des cordons* (Strangzellen).

Le prolongement cylindraxile d'une cellule radiculaire peut se rendre

dans la racine antérieure ou dans la racine postérieure : nous devons donc distinguer des *cellules radiculaires antérieures*, *a*, et des *cellules radiculaires postérieures*, *b*.

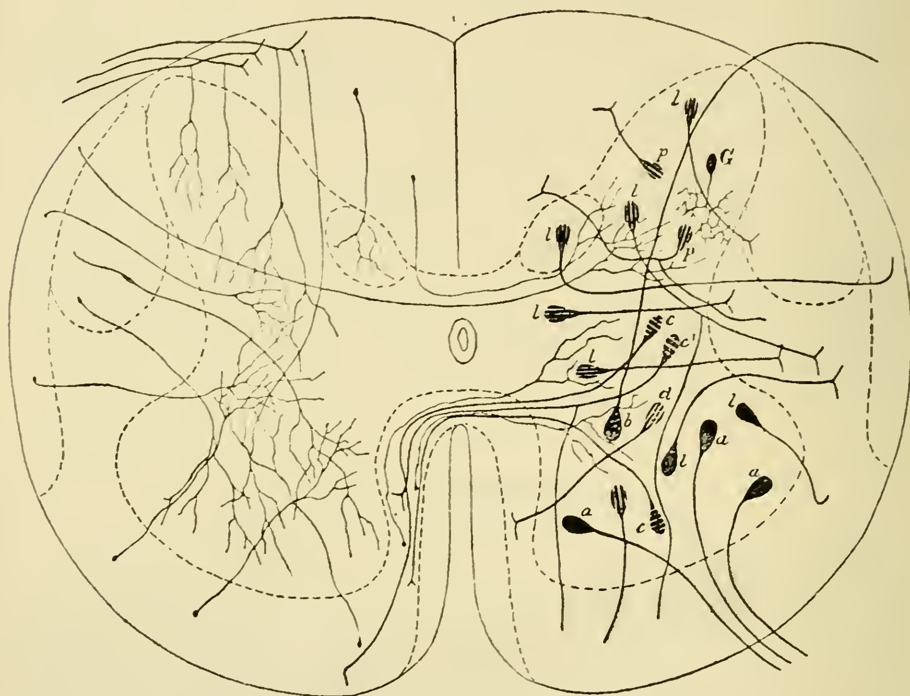


Fig. 219.
Schéma montrant les différents éléments qui entrent dans la structure de la substance grise de la moelle. A gauche, nous avons dessiné les collatérales des fibres de la substance blanche ; à droite, les différentes cellules nerveuses de la substance grise. (Imité de v. Lenhossek.)

a : Cellules radiculaires antérieures.
b : Cellules radiculaires postérieures.
c, *c'*, *d*, *l* et *p* : Cellules des cordons.
c : Cellules commissurales ou cellules des cordons hétéromères
c' : Cellules des cordons hécatéromères.
d, *l* et *p* : Cellules des cordons proprement dites ou cellules des cordons tautomères ; *d*, pour le cordon antérieur ; *l*, pour le cordon latéral et *p*, pour le cordon postérieur.
G : Cellule à cylindre-axe court ou cellule de Golgi.

Les cellules des cordons se rangent en trois groupes.

Les unes envoient leur prolongement cylindraxile dans la substance blanche de la moitié correspondante de la moelle ; se sont les *cellules des cordons proprement dites*, fig. 219, *d*, *l* et *p*. On pourrait les appeler, pour éviter toute confusion, cellules des cordons *tautomères* (1), c'est-à-dire

(1) το αυτό μέρος le même côté.

des éléments nerveux dont le prolongement cylindraxile se rend dans les cordons du *même côté* de la moelle.

D'autres cellules de la substance grise de la moelle envoient leur prolongement cylindraxile par la commissure antérieure, dans la substance blanche du cordon antéro-latéral du côté opposé, FIG. 219 *c*. RAMON Y CAJAL les a appelées *cellules commissurales*.

Cette expression prête à confusion, puisque le prolongement cylindraxile d'un grand nombre de cellules des cordons, qu'il traverse ou qu'il ne traverse pas la commissure, va devenir une fibre constitutive du faisceau fondamental soit du cordon antéro-latéral, soit du cordon postérieur. Les fibres de ces faisceaux constituent des voies courtes. Or, depuis longtemps déjà, BOUCHARD a appelé ces fibres courtes des *fibres commissurales longitudinales*. Ces fibres commissurales représentent donc non pas seulement les prolongements cylindraxiles des *cellules commissurales* de RAMON Y CAJAL, mais encore ceux de la plupart des cellules des cordons.

Pour éviter toute confusion, nous proposons d'appeler *cellules des cordons hétéromères* (1), les éléments nerveux de la moelle dont le prolongement cylindraxile se rend dans les cordons de l'*autre côté* de la moelle.

Enfin, le prolongement cylindraxile de certaines cellules nerveuses se bifurque dans la substance grise elle-même. Les deux branches de bifurcation peuvent se rendre dans la substance blanche de la moitié correspondante de la moelle; elles appartiennent alors à une cellule des cordons tautomères. Les deux branches de bifurcation peuvent traverser la commissure; elles appartiennent dans ce cas à une cellule des cordons hétéromères. Mais il arrive souvent que de ces deux branches, l'une se rend dans la substance blanche de la moitié correspondante de la moelle, tandis que l'autre traverse la commissure antérieure pour devenir fibre constitutive du cordon antéro-latéral du côté opposé. On pourrait appeller ces cellules nerveuses des *cellules des cordons hécatéromères* (2), c'est-à-dire des éléments nerveux dont le prolongement cylindraxile se dirige à la fois dans les cordons de l'*un et de l'autre côté* de la moelle.

Les cellules nerveuses à cylindre-axe long comprennent donc les groupes suivants :

---

(1) ετερος μέρος, l'autre côté.

(2) εκάτερον μέρος, l'un et l'autre côté.

Nous devons ces nouvelles expressions à l'extrême obligeance de notre savant collègue et helléniste distingué Mgr DE GROUTARS.

I. Les cellules radiculaires formant deux groupes :
  1° Les cellules radiculaires antérieures, et
  2° Les cellules radiculaires postérieures.

II. Les cellules des cordons formant trois groupes :
  1° Les cellules des cordons tautomères,
  2° Les cellules des cordons hétéromères et
  3° Les cellules des cordons hécatéromères.

I. Cellules radiculaires antérieures. Ce sont des cellules volumineuses occupant la corne antérieure de la substance grise. On les trouve aussi bien dans la partie latérale que dans la parte médiane de cette corne. Leurs prolongements protoplasmatiques longs et volumineux rayonnent dans tous les sens autour de la cellule d'origine. Ceux de ces prolongements qui ont une direction antéro-postérieure se terminent toujours dans la substance grise. Quand la cellule occupe les parties latérales de la corne antérieure,

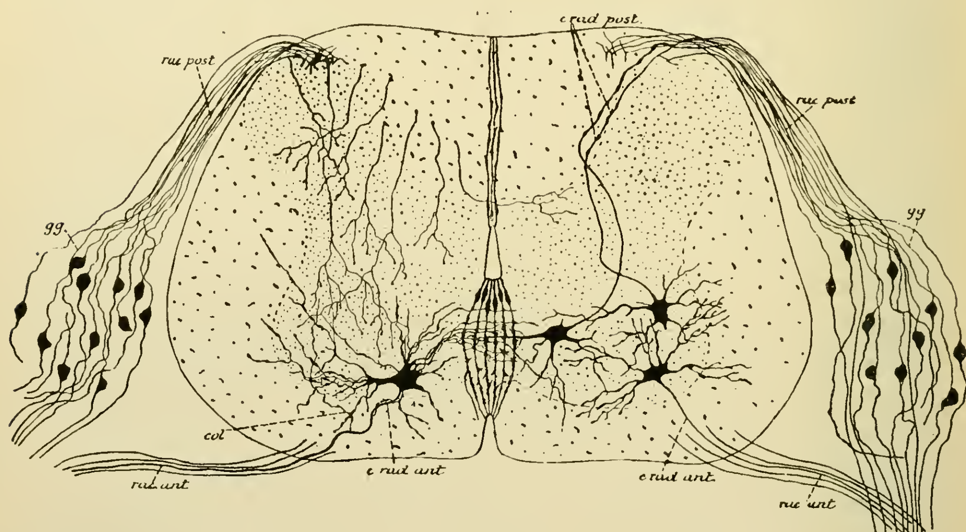


Fig. 220.

Coupe transversale de la moelle embryonnaire du poulet montrant la position des cellules radiculaires.

c. rad. ant. : Cellules radiculaires antérieures.
c. rad. post. : Cellules radiculaires postérieures.
col. : Collatérale du prolongement cylindraxile d'une cellule radiculaire antérieure.

ses prolongements internes se terminent aussi dans la substance grise, tandis que ses prolongements externes pénètrent dans la substance blanche et peuvent s'y poursuivre jusque près de la pie-mère enveloppante.

Quand le corps cellulaire occupe les parties médianes de la corne antérieure, ses prolongements latéraux externes s'épanouissent dans la substance grise, tandis que ses prolongements latéraux internes passent par la commissure antérieure pour se ramifier et se terminer dans la substance grise de la moitié opposée de la moelle. Ces prolongements internes s'entrecroisent alors, dans la commissure antérieure, avec les prolongements internes des cellules radiculaires du côté opposé de la moelle, constituant ainsi une véritable commissure protoplasmatique (Ramon y Cajal, Kölliker et Van Gehuchten), fig. 220 et 221.

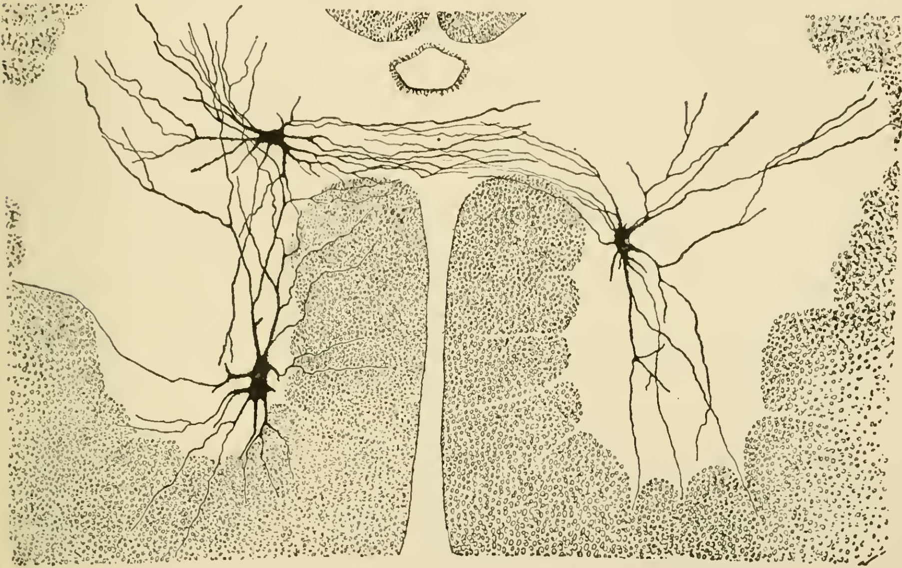


Fig. 221.
Commissure protoplasmatique dans la moelle dorsale d'un enfant né à 7 mois.

Le prolongement cylindraxile de chacune de ces cellules nerveuses se rend directement dans la racine antérieure d'un nerf périphérique, où il devient le cylindre-axe d'une fibre motrice. Avant de sortir de la corne antérieure, ce prolongement cylindraxile émet, dans quelques cas, une petite branche collatérale qui retourne dans la substance grise, où elle se termine par des ramifications libres (Golgi, Ramon y Cajal, v. Lenhossek et Van Gehuchten).

Les cellules radiculaires antérieures sont des cellules motrices.

Les collatérales nées des prolongements cylindraxiles des cellules radiculaires ou *collatérales motrices* semblent exister d'une façon constante chez les oiseaux et les mammifères. Nous les avons observées également dans la moelle épinière

de la truite. v. Lenhossek les a obtenues, en nombre considérable, imprégnées par le chromate d'argent dans la moelle épinière de lapins nouveau-nés. Recherchant la valeur fonctionnelle de ces collatérales, v. Lenhossek pense qu'elles ont la conduction *cellulipète* et qu'elles servent à mettre les cellules radiculaires en connexion avec les collatérales longues ou sensitivo-motrices des fibres des cordons postérieurs. S'appuyant sur cette manière de voir, v. Lenhossek divise les collatérales qui naissent de l'axone d'une cellule nerveuse en deux groupes : les unes, à conduction cellulipète, naissent de la première portion de l'axone : ce sont les *collatérales de Golgi*, les *axodendrites* de v. Lenhossek ; les autres, à conduction cellulifuge, comprennent toutes les autres collatérales émises par les prolongements cylindraxiles : ce sont les *collatérales de Cajal*, les *paraxones de v. Lenhossek*. Nous avons combattu cette manière de voir ; pour nous, les axodendrites de v. Lenhossek ont la conduction cellulifuge.

II. Cellules radiculaires postérieures. Les cellules radiculaires postérieures occupent principalement la partie postérieure de la corne antérieure. Leurs prolongements protoplasmatiques peuvent se comporter comme ceux des cellules radiculaires antérieures. Leur prolongement cylindraxile, né du corps de la cellule elle-même ou de la base d'un prolongement protoplasmatique, se dirige directement en arrière. Il traverse toute l'épaisseur de la substance grise, sort de la moelle par le sillon collatéral postérieur, devient cylindre-axe d'une fibre de la racine postérieure et passe par le ganglion spinal sans entrer en relation avec une cellule nerveuse de ce ganglion, fig. 220.

La découverte de ces cellules radiculaires postérieures est toute récente. Elle a été faite presque en même temps par v. Lenhossek et Ramon y Cajal sur des moelles embryonnaires du poulet au quatrième jour d'incubation. Nous les avons retrouvées sur des moelles de poulet au onzième jour. Leur existence a été confirmée encore par Retzius et par J. Martin.

Ces cellules radiculaires postérieures ne peuvent avoir que la conduction centrifuge et doivent donc être considérées comme des cellules motrices.

En excitant les racines postérieures des nerfs spinaux chez la grenouille, Steinach a observé des contractions locales et des mouvements péristaltiques et antipéristaltiques dans l'intestin ; v. Lenhossek et Martin se sont appuyés sur ce fait pour émettre l'idée que le prolongement cylindraxile de ces cellules radiculaires postérieures pourrait bien se rendre, par les rameaux communiquants, dans les ganglions de la chaîne sympathique et se terminer par des ramifications libres entre les cellules constitutives de ces ganglions.

Les racines postérieures des nerfs spinaux ne sont donc pas formées exclusivement de fibres sensitives. On y trouve aussi, du moins chez le poulet, quelques fibres motrices.

On ignore, jusqu'à présent, si ces cellules radiculaires postérieures existent aussi chez l'homme.

III. Cellules des cordons tautomères. Ces cellules des cordons occupent toutes les régions de la substance grise, aussi bien la corne antérieure où elles se trouvent mêlées aux cellules radiculaires, que les cornes postérieures et les régions intermédiaires. Leur caractère principal est que leur prolongement cylindraxile traverse plus ou moins horizontalement la substance grise et pénètre dans la substance blanche du *même côté* de la moelle pour y devenir cylindre-axe d'une fibre constitutive du cordon antérieur, du cordon latéral ou du cordon postérieur, FIG. 222.

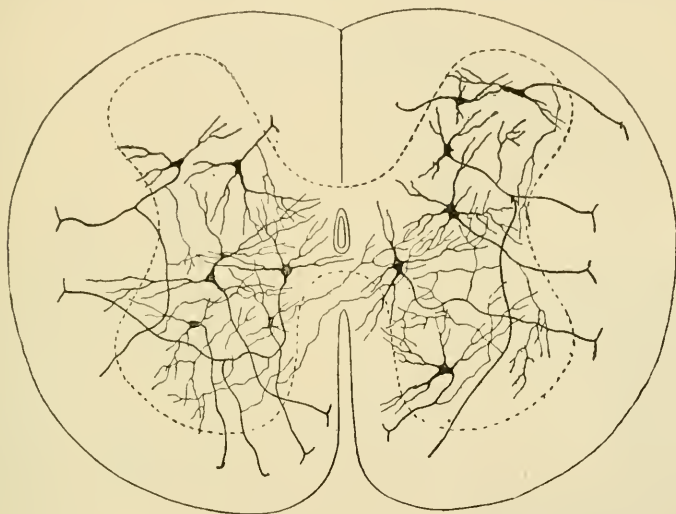


FIG. 222.

Coupe de la moelle indiquant la position des cellules des cordons tautomères.

Arrivé dans la substance blanche, ce prolongement cylindraxile peut se comporter de différentes façons :

a) il peut se recourber en haut et devenir cylindre-axe d'une fibre ascendante ;

b) il peut se recourber en bas et constituer le cylindre-axe d'une fibre descendante ;

c) le plus souvent encore, ce prolongement cylindraxile se bifurque devenant à la fois cylindre-axe ascendant et cylindre-axe descendant.

Dans quelques cas, ce prolongement cylindraxile se divise à la fois en trois branches qui toutes vont devenir cylindre-axe de fibres nerveuses soit ascendantes, soit descendantes.

Cette division du prolongement cylindraxile peut se faire dans la substance grise elle-même. Les deux branches qui en proviennent peuvent

se rendre dans les cordons de la même moitié de la moelle ; ou bien l'un d'eux se rend directement dans le cordon antérieur, latéral ou postérieur du même côté et l'autre passe par la commissure antérieure pour devenir fibre constitutive dans le cordon antéro-latéral du côté opposé ; dans ce cas, l'élément nerveux prend le nom de neurone ou cellule des cordons hécatéromères. Chacun de ces cylindres-axes va devenir, dans la substance blanche, soit une fibre ascendante, soit une fibre descendante, soit à la fois, en se bifurquant, une fibre ascendante et descendante.

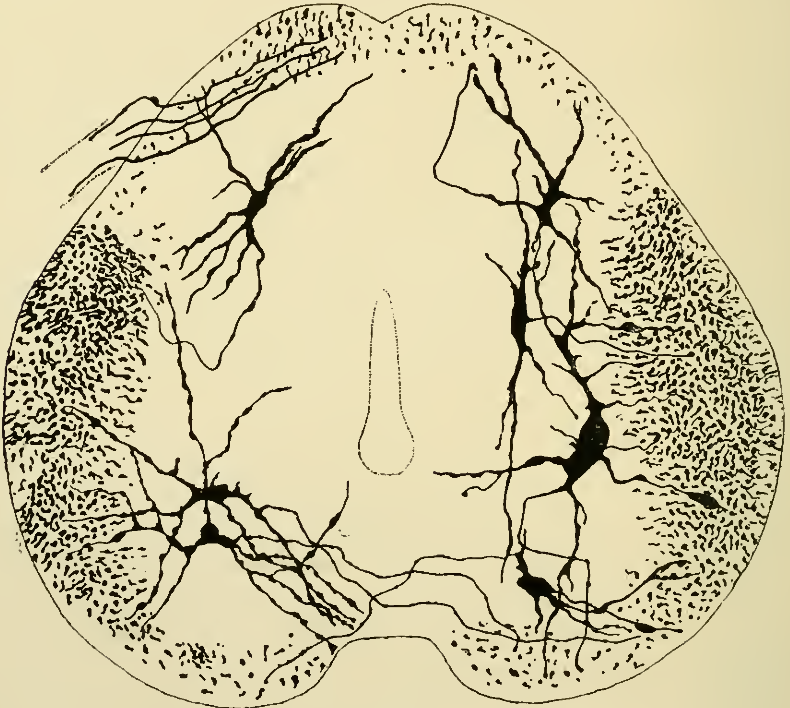


Fig. 223.
Coupe de la moelle embryonnaire d'un poulet de onze jours.

IV. Cellules commissurales ou cellules des cordons hétéromères. Ce sont des cellules des cordons que l'on peut trouver dans toutes les régions de la substance grise, dont le prolongement cylindraxile passe par la commissure antérieure pour se rendre dans le cordon antéro-latéral du côté opposé, fig. 223 et 224. Ces cellules sont très nombreuses. Ce sont leurs prolongements cylindraxiles entourés d'une gaine de myéline, qui forment l'élément principal de la commissure blanche de la moelle.

Le prolongement cylindraxile de ces cellules des cordons hétéromères se comporte comme celui des cellules des cordons tautomères. Arrivé dans la substance blanche du cordon antéro-latéral, il peut s'y diviser en deux ou trois branches qui vont devenir cylindre-axes de fibres nerveuses soit ascendantes, soit descendantes. Cette division peut se faire aussi dans la substance grise, soit quand le prolongement cylindraxile a déjà dépassé la commissure, soit quand il se trouve encore dans la moitié de la moelle où il a sa cellule d'origine. Dans ce dernier cas, les deux branches de bifurcation peuvent traverser la commissure, ou bien l'une se rend dans

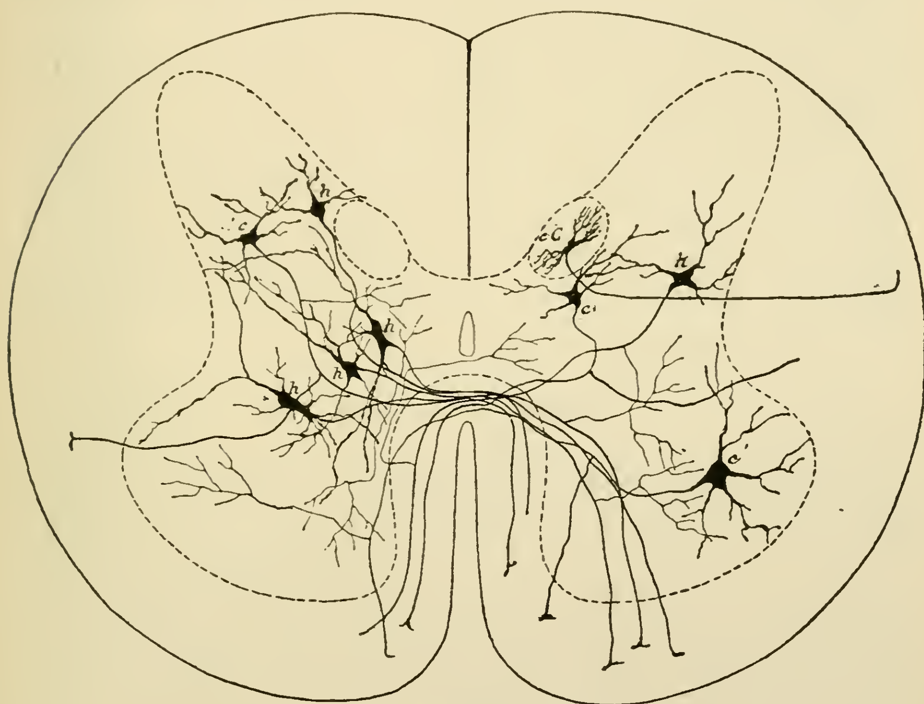


Fig. 224.

Coupe transversale de la moelle montrant la position des cellules commissurales ou cellules des cordons hétéromères.

c : Cellules des cordons hétéromères. | *h* : Cellules des cordons hécatéromères.

la substance blanche du même côté et l'autre dans celle du côté opposé. Ces branches appartiennent alors à une cellule des cordons hécatéromères.

V. *Cellules mixtes ou cellules des cordons hécatéromères.* Ce sont des cellules des cordons dont le prolongement cylindraxile se divise dans la substance grise de la moelle et dont une branche se rend dans un des

cordons du même côté de la moelle, tandis que l'autre branche se rend dans le cordon antéro-latéral du côté opposé.

D'après les recherches de v. Lenhossek, il existerait encore, dans la substance grise de la moelle, des cellules nerveuses dont le prolongement cylindraxile passe par la commissure antérieure pour se terminer, par des ramifications libres, dans la substance grise de la corne antérieure du côté opposé. Jusqu'à présent, ces cellules n'ont été observées que par Golgi et v. Lenhossek; celui-ci les désigne sous le nom de *cellules commissurales de Golgi.*

Un caractère constant du prolongement cylindraxile des cellules des cordons, c'est, avant de se recourber dans la substance blanche, d'émettre sur son trajet des branches collatérales qui se ramifient et se terminent librement dans la substance grise voisine.

Ce sont les cellules des cordons qui constituent l'origine des fibres nerveuses du faisceau fondamental du cordon antéro-latéral, du faisceau fondamental du cordon postérieur, du faisceau cérébelleux du cordon latéral et du faisceau de Gowers. Nous allons voir, pour chacun de ces faisceaux, la place occupée dans la substance grise de la moelle par les cellules d'origine de leurs fibres constitutives.

Origine des fibres du faisceau fondamental du cordon antéro-latéral.

Les cellules d'origine des fibres constitutives de ce faisceau se trouvent dans toutes les régions de la substance grise, dans la corne antérieure, dans la corne postérieure et dans la région intermédiaire, et cela non seulement dans la substance grise de la moitié correspondante de la moelle, mais aussi dans celle de la moitié opposée. Les fibres de ce faisceau proviennent donc aussi bien de cellules des cordons tautomères, fig. 225, que de cellules commissurales ou cellules des cordons hétéromères, ainsi que de cellules des cordons hécatéromères.

On ne peut faire une coupe transversale de la moelle épinière à n'importe quel niveau sans rencontrer, dans la substance grise, un grand nombre de cellules des cordons envoyant leur prolongement cylindraxile dans le faisceau fondamental. En montant dans la moelle épinière, ce faisceau devrait donc augmenter de volume, puisqu'il acquiert continuellement de nouvelles fibres nerveuses. Cependant, en comparant une coupe de la moelle cervicale à une coupe du renflement lombaire, on ne trouve pas de différence très sensible dans le volume du faisceau fondamental. Ce fait s'explique facilement. Les fibres de ce faiseau ne sont pas des voies

longues, mais des voies courtes. Chacune d'entre elles ne reste dans le faisceau que sur une petite étendue de la moelle, puis quitte la substance blanche pour rentrer dans la substance grise. Il s'ensuit qu'au fur et à mesure que de nouvelles fibres nerveuses arrivent de la substance grise dans le faisceau fondamental, d'autres fibres quittent ce faisceau pour se terminer dans la substance grise.

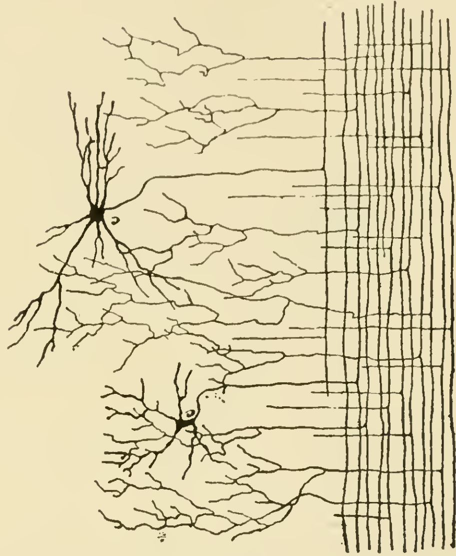


Fig. 225.

Coupe longitudinale du cordon latéral de la moelle.

c : Cellules nerveuses dont le prolongement cylindraxile se rend dans la substance blanche du cordon latéral et s'y bifurque en une branche ascendante et une branche descendante (cellules des cordons tautomères).

Origine des fibres du faisceau fondamental du cordon postérieur.

Nous avons vu que ces fibres existent éparpillées dans le cordon postérieur, tout en formant un petit faisceau compact au sommet de ce cordon contre la commissure grise. C'est ce faisceau que l'on désigne souvent sous le nom de *zone ventrale du cordon postérieur* ou *faisceau des fibres cornu-commissurales.* Les fibres de ce faisceau proviennent de cellules nerveuses situées dans la corne postérieure de la substance grise et dans la substance gélatineuse de Rolando (Ramon y Cajal et v. Lenhossek). Arrivées dans le cordon postérieur, elles se bifurquent en une branche ascendante et une branche descendante, lesquelles, après un trajet de longueur variable, se recourbent dans la substance grise, fig. 226.

On tend à admettre que les prolongements cylindraxiles des cellules des cordons postérieurs ne constituent pas seulement les fibres de la zone ventrale de ce cordon, mais qu'ils existent aussi plus ou moins éparpillés dans le reste du cordon postérieur ; ils y formeraient le *faisceau en virgule* de Schultze dans la région cervicale, le *centre ovale de Flechsig* dans la région lombaire et le *triangle de Gombault et Philippe* dans la moelle sacrée.

Ces cellules semblent s'imprégner difficilement par le chromate d'argent dans la moelle épinière des mammifères. Nous les avons rencontrées, en nombre considérable, dans presque toutes les coupes de la moelle épinière de la couleuvre.

D'après les recherches de v. Lenhossek, les fibres endogènes des cordons postérieurs n'existeraient, dans la moelle épinière de l'homme, que dans le faisceau de Burdach. Dejerine et Sottas sont arrivés à la même conclusion à la suite de leurs recherches pathologiques.

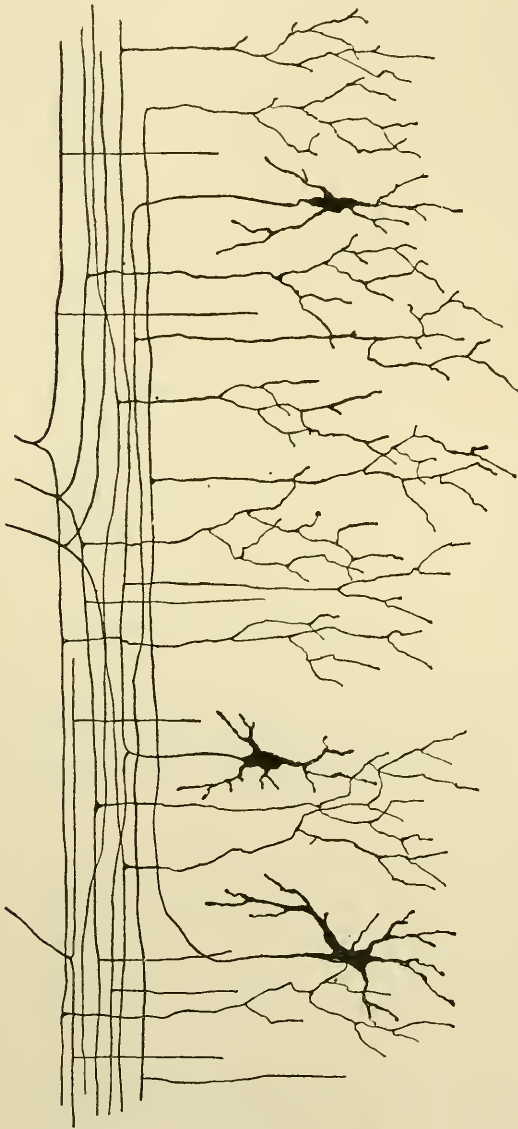


Fig. 226.
Coupe longitudinale du cordon postérieur montrant l'entrée dans ce cordon de quelques fibres des racines postérieures, et quelques cellules nerveuses dont le prolongement cylindraxile devient fibre constitutive de ce cordon (d'après Ramon y Cajal).

Origine des fibres du faisceau cérébelleux.

Les fibres du faisceau cérébelleux ont leurs cellules d'origine dans la *colonne de Clarke*, appelée encore *noyau dorsal de Stilling*. Vous vous rappelez que l'on donne ce nom à un groupe de cellules nerveuses assez nettement circonscrit, situé sur la face interne de la corne postérieure près de la commissure grise depuis le septième ou le huitième nerf cervical jusqu'au niveau du premier ou deuxième nerf lombaire. D'après les observations concordantes de Ramon y Cajal et de v. Lenhossek, ces cellules sont excessivement riches en prolongements protoplasmatiques rayonnant tout autour de la cellule d'origine fig. 227. Outre ces cellules nerveuses, on trouve, dans la colonne de Clarke, un entrelacement inextricable de fines fibrilles ner-

veuses, entrelacement qui est constitué par les ramifications terminales de nombreuses collatérales nées des fibres du cordon postérieur, FIG. **228**. Le prolongement cylindraxile de chacune des cellules nerveuses de la



FIG. **227**.

Cellules nerveuses de la colonne de CLARKE. (Moelle d'un enfant de 7 ans.)

colonne de CLARKE se dirige un peu en avant, puis se recourbe transversalement en dehors traversant la substance grise et la partie interne de la

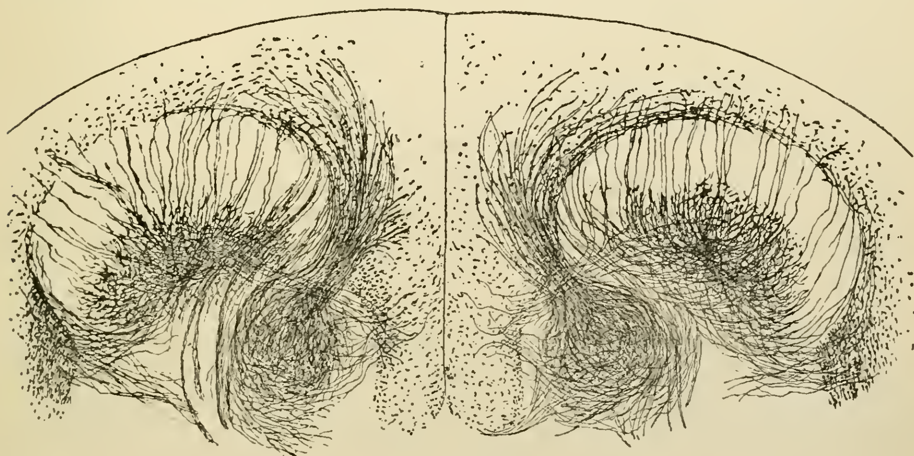


FIG. **228**.

Collatérales des fibres du cordon postérieur dans la moelle épinière d'un enfant âgé de 7 mois.

substance blanche. Arrivé à la périphérie du cordon latéral, dans le faisceau

cérébelleux, ce prolongement se recourbe en haut pour devenir une fibre constitutive de ce faisceau, FIG. 229.

Nous savons, depuis STILLING, que des cellules nerveuses analogues à celles des colonnes de CLARKE existent aussi isolées dans la moelle lombaire et dans la moelle cervicale. Leur prolongement cylindraxile se rend aussi dans le faisceau cérébelleux.

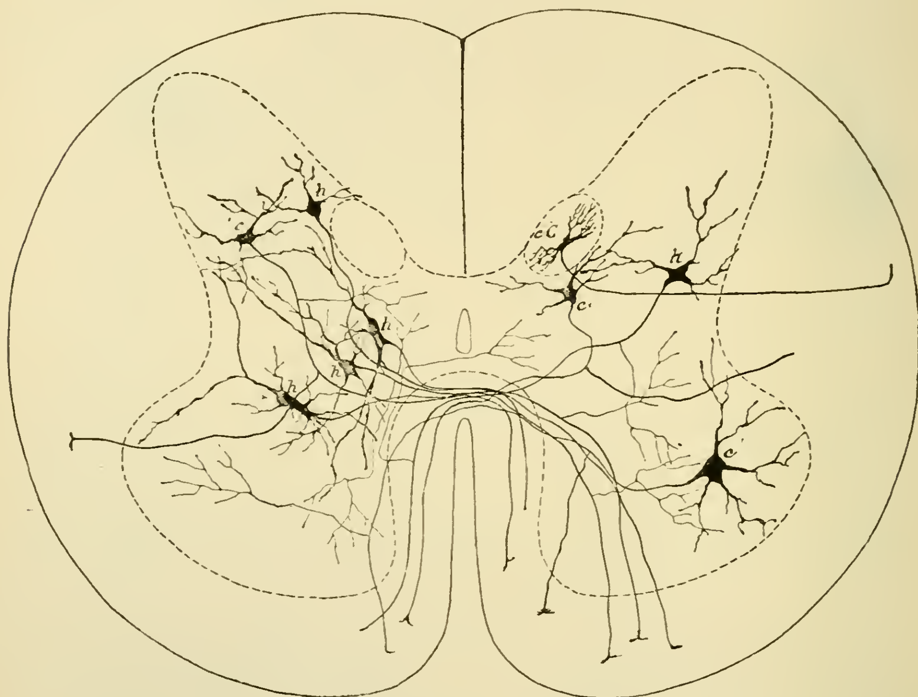


FIG. 229.

Coupe transversale de la moelle montrant la position des cellules commissurales ou cellules des cordons hétéromères.

c : Cellules des cordons hétéromères. | *h* : Cellules des cordons hécatéromères.

Ce faisceau augmente de volume de bas en haut, parce que les fibres qui le constituent sont des voies longues, et que, au fur et à mesure que ce faisceau remonte le long de la moelle, de nouvelles fibres viennent constamment le renforcer.

Origine des fibres du faisceau de Gowers.

Le faisceau de GOWERS ou faisceau antéro-latéral superficiel est un faisceau de fibres nerveuses qui existe dans la partie périphérique du

cordon latéral, au-devant du faisceau cérébelleux et du faisceau pyramidal croisé. Ses fibres constitutives, une fois sectionnées, présentent la dégénérescence secondaire ascendante et ont pu être poursuivies jusque dans la couche interolivaire de la moelle allongée. Elles appartiennent à la voie sensitive centrale. Les fibres de ce faisceau ont probablement leurs cellules d'origine dans la substance grise des cornes postérieures ; ces cellules sont, en majeure partie, des cellules commissurales ou cellules des cordons hétéromères, en petite partie, des cellules des cordons proprement dits ou cellules des cordons taütomères.

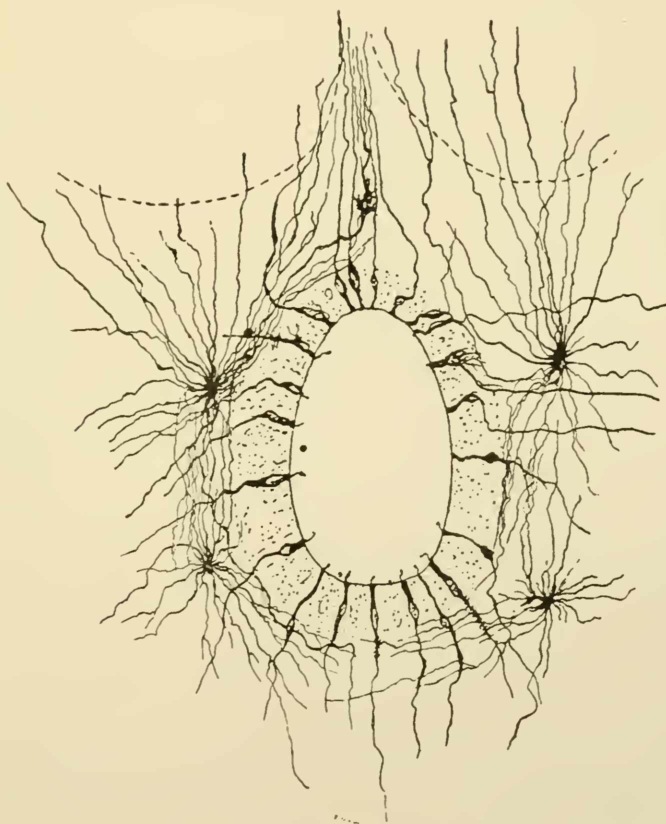


Fig. 230.

Structure de la substance gélatineuse centrale dans la moelle d'un embryon humain (d'après v. Lenhossek).

Le faisceau de Gowers augmente de volume de bas en haut, parce que ses fibres constitutives sont des fibres longues et qu'au fur et à mesure que ce faisceau monte dans la moelle de nouvelles fibres nerveuses viennent constamment le renforcer.

La substance grise centrale.

Nous avons dit que la substance grise qui entoure le canal central se distingue de la substance grise voisine par une transparence spéciale et par un aspect granuleux caractéristique. On lui a donné de tout temps le nom de substance gélatineuse centrale. Les recherches entreprises avec la méthode de Golgi ont montré qu'il n'existe à ce niveau que de rares cellules nerveuses. Cette partie de la substance grise de la moelle est au contraire excessivement riche en cellules de neuroglie; elle est de plus traversée en tous sens par le prolongement périphérique des cellules épendymaires, fig. 230.

La substance gélatineuse de Rolando.

En décrivant les coupes transversales de la moelle épinière, nous avons vu que l'on donne ce nom à une zone de substance grise spéciale entourant comme une coiffe la corne postérieure et séparée de la périphérie de la moelle par une mince zone de substance blanche : *la zone marginale de Lissauer*. On a signalé depuis longtemps, dans cette substance de Rolando, de nombreux éléments cellulaires, que les uns considéraient comme de nature nerveuse, tandis que les autres leur attribuaient une nature conjonctive. La méthode de Golgi a montré que, de toutes les parties de la substance grise de la moelle, la substance de Rolando est la plus riche en cellules nerveuses. C'est là que l'on trouve les cellules nerveuses à cylindre-axe court ou cellules de Golgi, et des cellules nerveuses à cylindre-axe long, véritables cellules des cordons, dont le prolongement cylindraxile se rend dans le cordon postérieur ou dans le cordon latéral.

B. Origine et mode de terminaison des ramifications cylindraxiles des fibres de la substance grise.

Outre les cellules nerveuses que nous venons de décrire, on trouve encore, dans la substance grise de la moelle, un entrelacement inextricable de fines fibrilles nerveuses. Celles-ci représentent les ramifications cylindraxiles des fibres de la substance blanche.

Quand on examine au microscope une coupe longitudinale d'une moelle épinière traitée par la méthode de Golgi, on constate que tous les prolongements cylindraxiles qui constituent la substance blanche émettent, à des distances variables, des branches collatérales. Celles-ci se dirigent horizontalement dans la substance grise, s'y divisent et s'y subdivisent pour s'y terminer par des branches libres et indépendantes, fig. 231. Découvertes par Golgi, ces *collatérales* ont été étudiées depuis

par RAMON Y CAJAL, v. KÖLLIKER, nous-même, v. LENHOSSEK et CL. SALA. Aucune fibre de la substance blanche ne s'en trouve dépourvue. On les étudie le mieux sur des coupes transversales. Quand la réduction par le chromate d'argent a été quelque peu complète, on voit ces collatérales rayonner dans la substance grise de tous les points de la substance blanche, FIG. 232 et 233. Ces fines fibrilles nerveuses entremêlées forment dans la substance grise un plexus tellement compact qu'il est impossible d'y poursuivre le sort définitif de ces branches collatérales. Quand on étudie, au contraire, ces collatérales sur des coupes où la réduction est moins complète ou sur des moelles embryonnaires où elles n'ont pas encore atteint tout leur développement, on peut constater, avec la plus grande évidence, que chacune de ces branches collatérales se termine librement dans la substance grise sans s'anastomoser avec les branches voisines.

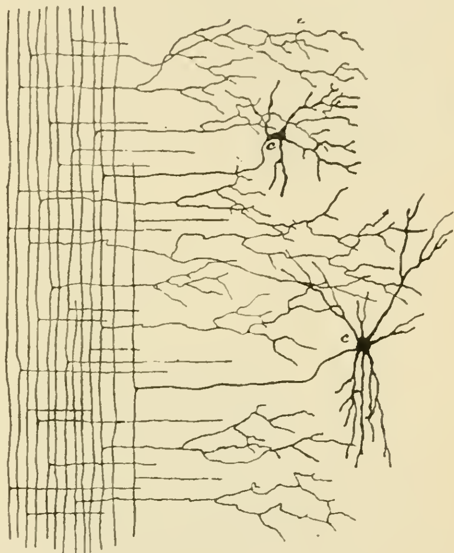


FIG. 231.

Coupe longitudinale du cordon latéral de la moelle.

c : Cellules nerveuses dont le prolongement cylindraxile se rend dans la substance blanche du cordon latéral et s'y bifurque en une branche ascendante et une branche descendante (cellules des cordons tautomères).

Les collatérales des fibres du cordon antérieur s'épanouissent dans la corne antérieure du même côté ; un certain nombre cependant de ces collatérales passent par la commissure antérieure pour se terminer dans la substance grise de la corne antérieure du côté opposé.

Les collatérales des fibres du cordon latéral se rendent dans toutes les régions de la substance grise de la moitié correspondante de la moelle; quelques-unes passent par la commissure postérieure pour se terminer dans la substance grise du côté opposé.

Les collatérales des fibres du cordon postérieur se terminent dans la substance gélatineuse de ROLANDO, ou dans la corne postérieure. Le long de la moelle dorsale, on en voit un grand nombre s'épanouir dans les colonnes de CLARKE. Les collatérales les plus longues de ce cordon traversent toute l'épaisseur de la substance grise pour se terminer dans

la corne antérieure. Elles forment le faisceau des collatérales sensitivo-motrices de Ramon y Cajal, les collatérales pour les mouvements réflexes (Reflex-collateralen) de Kölliker.

Un certain nombre des collatérales du cordon postérieur passent par la commissure postérieure pour se terminer dans la substance grise du côté opposé de la moelle.

Ces collatérales des cordons postérieurs ne se terminent pas seulement dans la substance grise, elles peuvent aussi envahir la substance blanche. Dans la moelle embryonnaire de poulet, nous avons pu poursuivre les ramifications terminales de ces branches collatérales à travers

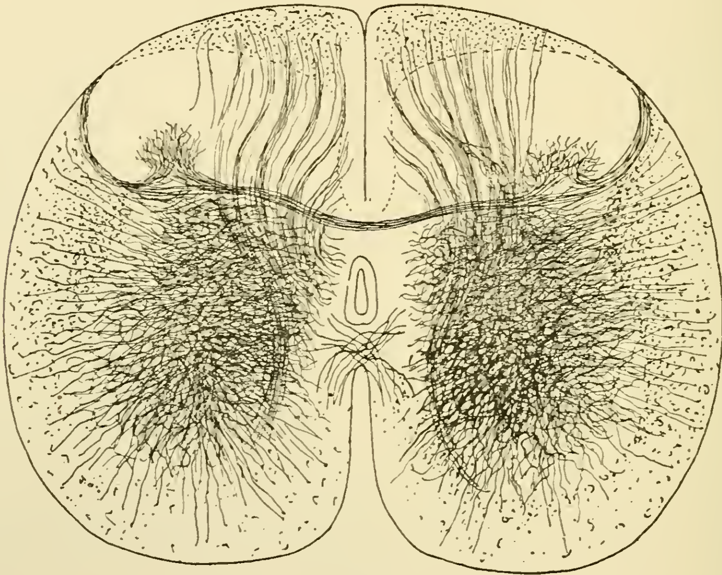


Fig. 232.

Coupe transversale de la moelle lombaire d'un chat de deux jours montrant l'entrelacement des fibrilles nerveuses dans la substance grise.

la substance blanche du cordon antéro-latéral jusqu'à la périphérie de la moelle. Ce fait a son importance. Nous avons vu, en effet, que les cellules radiculaires et les cellules des cordons envoyaient souvent leurs prolongements protoplasmatiques très loin entre les fibres de la substance blanche du cordon antéro-latéral. Kölliker a considéré même ce fait comme un des arguments les plus importants plaidant en faveur de l'opinion de Golgi, à savoir que les prolongements protoplasmatiques ne constitueraient qu'un appareil de nutrition, puisque entre les fibres de la substance blanche de la moelle, ces prolongements ne pourraient pas venir en contact avec des ramifications cylindraxiles. Cet argument tombe

devant ce fait que les collatérales des fibres du cordon postérieur s'étendent jusque dans la substance blanche du cordon antéro-latéral.

Jusqu'ici nous n'avons parlé que des branches *collatérales*. Il ne faut pas oublier cependant qu'un grand nombre de ces branches dites *collatérales* sont de véritables branches *terminales*. En étudiant l'origine des fibres de la substance blanche, nous avons vu que les faisceaux pyramidaux diminuent de volume de haut en bas, parce que, en descendant le long de la moelle, ils abandonnent à chaque instant des fibres nerveuses, qui se recourbent à angle droit sur elles-mêmes, pénètrent horizontale-

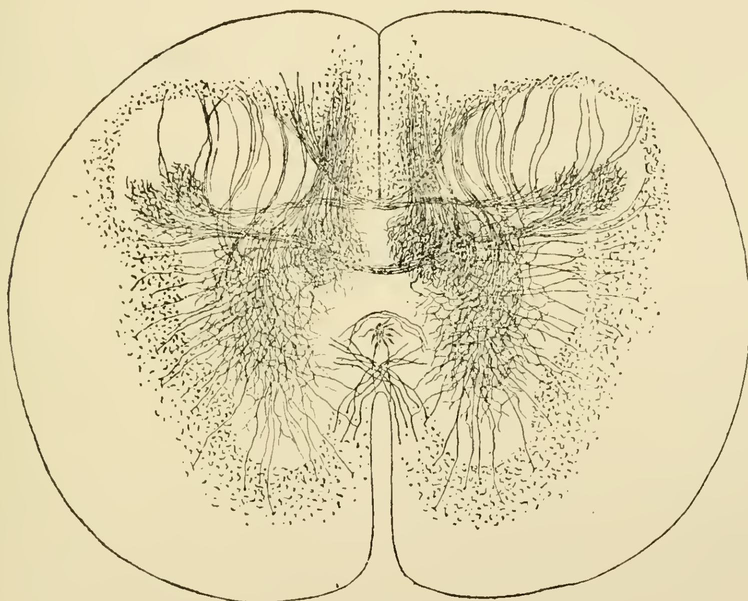


Fig. **233.**

Coupe transversale de la moelle dorsale d'un embryon de vache.

ment dans la substance grise et s'y comportent comme de véritables branches collatérales. Le même fait se reproduit pour toutes les fibres du faisceau fondamental du cordon antéro-latéral et du faisceau fondamental du cordon postérieur, pour toutes les branches descendantes des fibres provenant des racines postérieures et pour un grand nombre de leurs branches ascendantes. Il nous est difficile de distinguer sur une coupe transversale de la moelle les branches terminales des véritables collatérales.

Cet entrelacement produit par les ramifications cylindraxiles des fibres

de la substance blanche devient plus complexe encore par les branches collatérales qu'émet quelquefois le prolongement cylindraxile des cellules radiculaires antérieures, par les collatérales qui proviennent du prolongement cylindraxile des cellules des cordons pendant qu'il traverse la substance grise, par les divisions et les subdivisions du prolongement cylindraxile des cellules nerveuses à cylindre-axe court ou cellules de Golgi, par les ramifications des prolongements protoplasmatiques de toutes les cellules nerveuses, par les prolongements longs et grêles des cellules de neuroglie et par les branches périphériques des cellules épendymaires. Toutes ces ramifications entremêlées forment, au sein de la substance grise, un plexus serré et compact, dans lequel sont englobés les corps des cellules nerveuses et des cellules de neuroglie. Enfin cette structure de la substance grise de moelle est rendue plus complexe encore par les artérioles et les capillaires qui forment un réseau à mailles très serrées dans toute l'étendue de la substance grise.

Littérature.

Ramon y Cajal : *Contribucion al estudio de la estructura de la medula spinal.* Revista trimestrial de histologia, 1889. — *Nuevas observaciones sobre la estructura de la medula espinal de los mamiferos.* Barcelone. 1890. — Kölliker : *Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems.* Zweiter Beitrag : *Das Rückenmark.* Zeitschr. f.wiss. Zool. 1890. —Van Gehuchten : *La structure des centres nerveux : La moelle épinière et le cervelet.* La Cellule, 1891. — C. Golgi : *Recherches sur l'histologie des centres nerveux.* Archives italiennes de Biologie, 1883. — v. Lenhossek : *Der feinere Bau des Nervensystem im Lichte neuester Forschungen.* Berlin, 1895, p. 258. — Van Gehuchten : *La moelle épinière de la truite.* La Cellule, 1895. — Ramon y Cajal : *Sur l'origine et les ramifications des fibres nerveuses de la moelle embryonnaire.* Anatomischer Anzeiger 1890, p. 112. — v. Lenhossek : *Ueber Nervenfasern in den hinteren Wurelnz welche aus den Vorderhorn entspringen.* Anatomischer Anzeiger, 1890, p. 360. — Ramon y Cajal : *A quelle époque apparaissent les expansions des cellules nerveuses de la moelle épinière du poulet.* Anatom. Anz. 1890, p.613. — Van Gehuchten : *Les éléments nerveux moteurs des racines postérieures.* Anatom. Anz., 1893. — Retzius : *Zur Kentniss der ersten Entwicklung der nervösen Elemente im Rückenmarke des Hühnchens.* Biolog. Unters, Neue Folge, Bd. V. 1892. — Martin : *Contribution à l'étude de la structure interne de la moelle épinière chez le poulet et chez la truite.* La Cellule, 1895. — Steinach : *Ueber die motorische Innervation des Darmtractus durch die hinteren Spinalnervenwurzel.* Lotos. Bd. XIV, 1893. — v. Lenhossek : *Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen.* 2e Aufiage. Berlin, 1895. p. 279. — Cajal : *L'anatomie fine de la moelle épinière.* Atlas der patholog. Histologie des Nervensystems, Berlin, 1895.

SEIZIÈME LEÇON

La structure interne de la moelle épinière.

(Suite)

Les éléments neurogliques : cellules épendymaires et cellules de neuroglie ou astrocytes. — Résumé de la structure interne de la moelle épinière. — Interprétation de quelques phénomènes physiologiques. — Hypothèse sur la valeur fonctionnelle des collatérales. — La circulation de la moelle épinière.

Nous avons recherché jusqu'ici la part que les éléments nerveux prennent à la constitution de la substance blanche et de la substance grise de la moelle épinière. Il nous reste encore à étudier quelle part revient, dans l'organisation interne de la moelle épinière, aux éléments de soutien, les éléments neurogliques ou la neuroglie.

Les éléments neurogliques.

Vous savez que les éléments neurogliques comprennent essentiellement deux espèces de cellules : les *cellules épendymaires* et les *cellules de Deiters*, appelées encore *cellules en araignée* (Spinnenzellen), *cellules de neuroglie* ou *astrocytes*.

A. Cellules épendymaires. Les cellules épendymaires forment le revêtement épithélial du canal central de la moelle épinière. On a décrit pendant longtemps cet épithélium comme constitué de petites cellules cylindriques. A l'aide de sa méthode au chromate d'argent, Golgi a pu établir que, dans la moelle embryonnaire du poulet, toutes ces cellules sont pourvues d'un prolongement périphérique qui traverse toute l'épaisseur de la moelle pour aller se terminer à la face profonde de la pie-mère enveloppante. Ce fait a été confirmé depuis, par un grand nombre d'auteurs, pour la moelle d'embryons et la moelle de nouveau-nés de presque tous les vertébrés.

Si l'on examine une coupe transversale d'une moelle embryonnaire

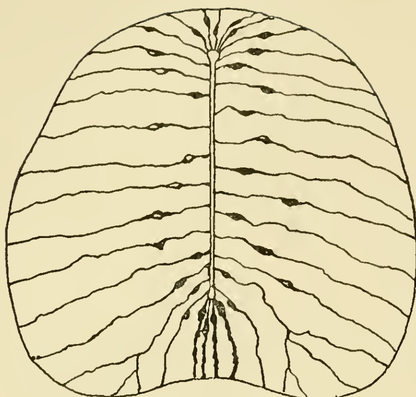


Fig. 235.
Disposition des cellules épendymaires dans une moelle de poulet au quatrième jour d'incubation.

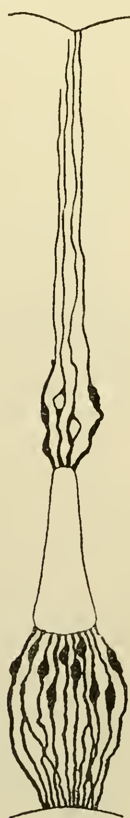


Fig. 236.
Cellules épendymaires médianes antérieures et postérieures.

du poulet au quatrième ou au cinquième jour d'incubation traitée par la méthode de Golgi, on voit ces cellules épendymaires partir du canal central et rayonner de ce point à travers toute l'épaisseur de la moelle, fig. 235. Le corps cellulaire est situé dans le voisinage immédiat du canal central. Il est pouvu d'un prolongement central court et épais qui arrive à la surface libre du canal, où il se termine souvent par un filament plus grêle flottant librement dans la cavité médullaire. A son pôle opposé, la cellule présente un prolongement périphérique long et grêle qui traverse toute l'épaisseur de la moelle. Sur la moelle d'embryons plus âgés ce prolongement périphérique est recouvert de fines branches collatérales excessivement courtes qui lui donnent un aspect épineux. Arrivé dans les couches externes, il se bifurque communément en deux ou trois branches qui vont en divergeant se terminer par un épaississement conique à la face profonde de la pie-mère.

La disposition de ces cellules épendymaires, sur des moelles de poulets plus âgés, est quelque peu spéciale au fond de la fissure médiane longitudinale antérieure et au niveau du sillon médian et du septum médian postérieurs, fig. 236. Entre le canal central et la fissure médiane antérieure les cellules épendymaires présentent une disposition en fuseau résultant de la direction curviligne à convexité externe des cellules

épendymaires latérales. Cette disposition caractéristique des cellules épendymaires médianes antérieures provient uniquement de la modification que la moelle a subie, dans sa conformation extérieure, pendant les premiers jours du développement. Au quatrième jour d'incubation toutes les cellules épendymaires rayonnent régulièrement autour du canal central. A partir de cette époque, le développement de la partie médiane antérieure de la moelle reste un peu en retard sur celui des parties latérales. Celles-ci débordent

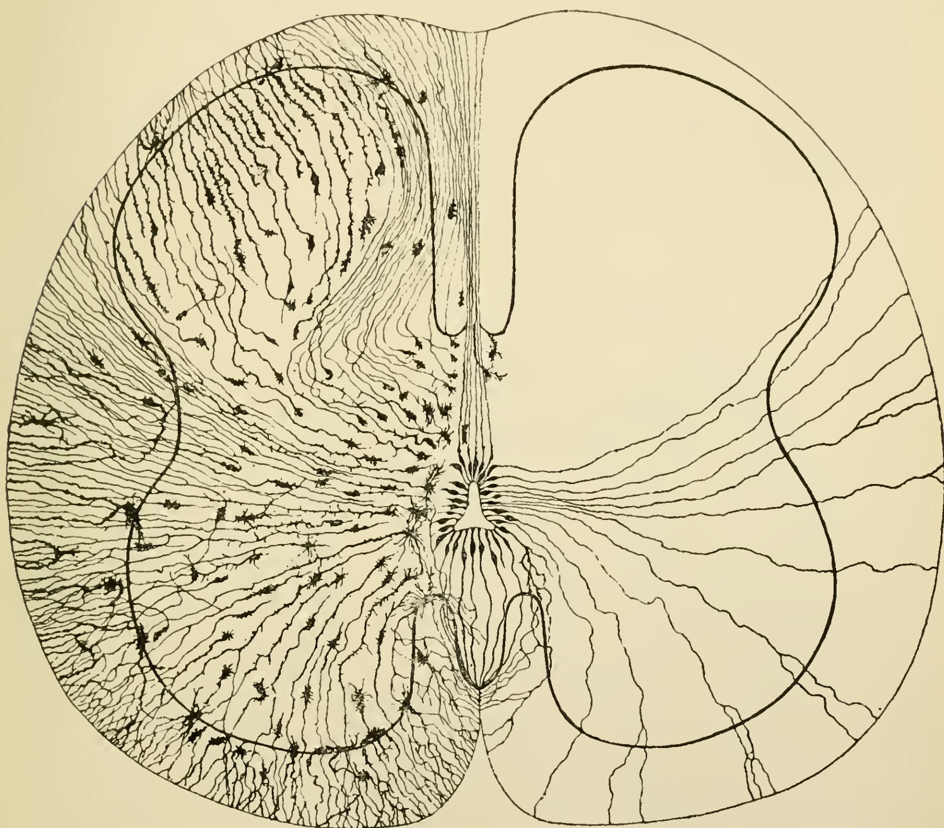


Fig. 237.

Coupe transversale de la moelle épinière d'un embryon humain de 14 centimètres montrant la disposition de la neuroglie. A droite les cellules épendymaires, à gauche les cellules de neuroglie (d'après v. Lenhossek).

bientôt la partie médiane, et, continuant à se développer, finissent par se rapprocher au point qu'elles ne laissent plus entre elles que la fissure médiane. Les cellules épendymaires voisines des cellules médianes ont suivi cette incurvation de la moelle et ont pris une disposition en arcade d'autant plus prononcée qu'elles sont plus externes.

La disposition des cellules épendymaires est toute différente entre la partie postérieure du canal central et le fond du sillon médian longitudinal postérieur. Comme v. Lenhossek l'a fait remarquer à juste titre, ce sillon médian est tout à fait superficiel. Il ne s'enfonce pas dans l'épaisseur de la moelle; mais il est relié au canal central par une cloison médiane. Celle-ci n'est pas une dépendance de la pie-mère; elle est formée uniquement par un faisceau de cellules épendymaires.

Cette disposition si caractéristique des cellules épendymaires se retrouve encore dans les moelles embryonnaires des mammifères. Elle a été étudiée d'une façon spéciale par v. Lenhossek dans la moelle d'embryons humains. Nous lui empruntons la fig. 237 qui représente les cellules épendymaires et les cellules de neuroglie de la moelle d'un embryon de 14 centimètres de longueur.

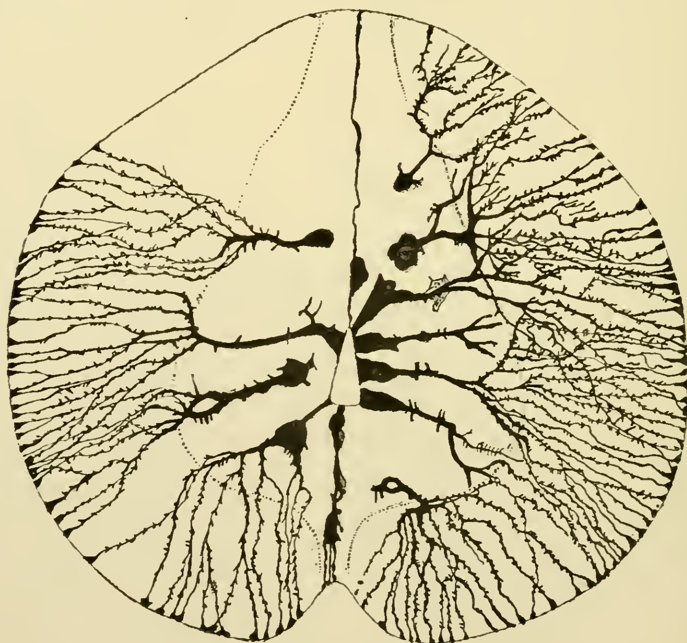


fig. 238.
Cellules épendymaires de la moelle épinière d'une jeune salamandre.

La disposition primitive des cellules épendymaires se conserve d'une façon plus ou moins immuable dans la moelle épinière des vertébrés inférieurs, fig. 238. Elle disparait insensiblement, dans le cours du développement, dans la moelle des mammifères et dans la moelle épinière de l'homme, et cela, en partie, par atrophie du prolongement périphérique

de presque toutes les cellules épendymaires qui restent en connexion avec le canal central; en partie aussi par déplacement d'un grand nombre de cellules épendymaires qui s'éloignent du canal central et se transforment en cellules de neuroglie. Au huitième mois de la vie intra-utérine on voit déjà le prolongement périphérique des cellules épendymaires latérales, dans la moelle de l'homme, se perdre dans le voisinage plus ou moins immédiat de la coupe du canal central, FIG. 239.

B. Cellules de neuroglie. Les cellules de neuroglie sont répandues dans toute l'épaisseur de la substance grise et de la substance blanche. Ce sont des cellules multipolaires dont les prolongements longs et grêles rayonnent dans toutes les directions. Un grand nombre d'entre elles proviennent manifestement des cellules épendymaires par atrophie du prolongement interne. La FIG. 237 montre se fait en toute évidence. Mais en dehors de ces cellules de neuroglie dont le grand axe a conservé, par rapport au canal central, la disposition primitive des cellules épendymaires, on trouve dans la moelle un grand nombre de cellules de neuroglie occupant par rapport au canal central une disposition toute différente. On ignore encore quelle peut être, d'une façon précise, l'origine de ces cellules de soutien.

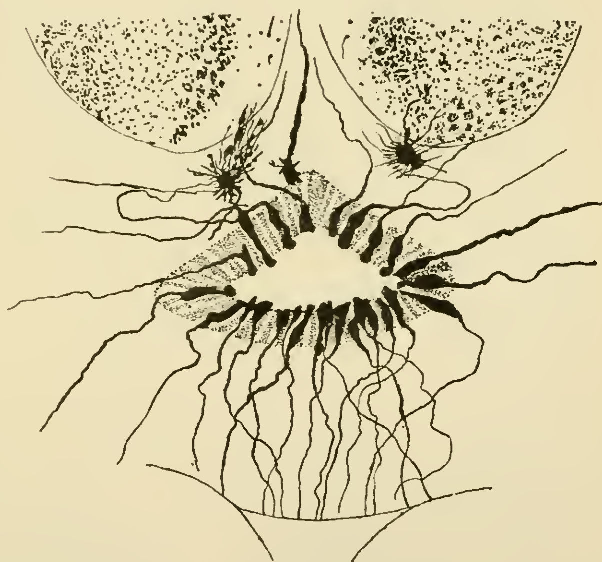


FIG. 239.
Cellules épendymaires de la moelle lombaire d'un enfant né à 7 mois.

Les cellules de neuroglie sont excessivement abondantes dans toutes les régions de la substance blanche et de la substance grise de la moelle, à l'exclusion de la substance gélatineuse de ROLANDO. Nous avons reproduit dans la FIG. 240 les cellules de neuroglie de la substance grise centrale

dans la moelle d'un enfant né à 7 mois et, dans la FIG. **241**, nous avons essayé de donner une idée de la disposition de ces cellules dans les diverses régions de la moelle.

Comme il ressort nettement de cette figure, les cellules de neuroglie se trouvent dans toutes les régions de la substance blanche et de la substance grise de la moelle. Dans la substance blanche, toutes les cellules de neuroglie sont pourvues de prolongements longs, raides et grêles ; dans la substance

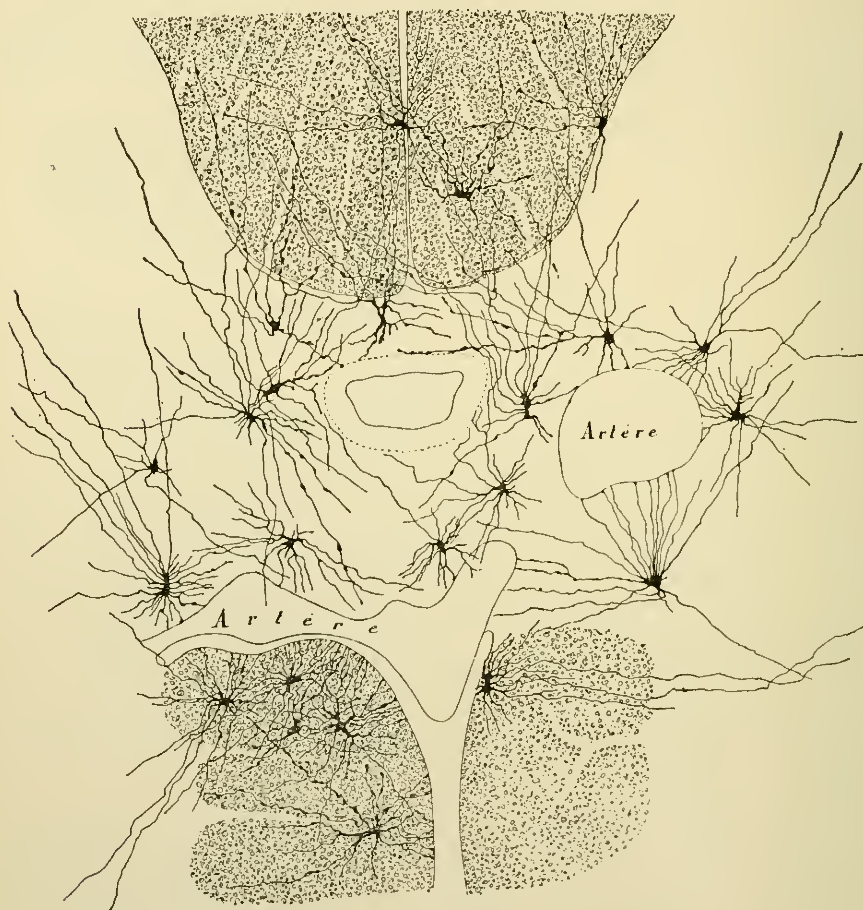


FIG. **240**.

Cellules de neuroglie de la substance grise centrale dans la moelle épinière d'un enfant né à 7 mois.

grise on trouve encore, en dehors de ces cellules à longs prolongements, d'autres cellules de neuroglie dont le corps cellulaire n'est pourvu que d'un petit nombre de prolongements. Mais ceux-ci, à leur tour, sont hérissés de ramilles secondaires grêles et nombreuses.

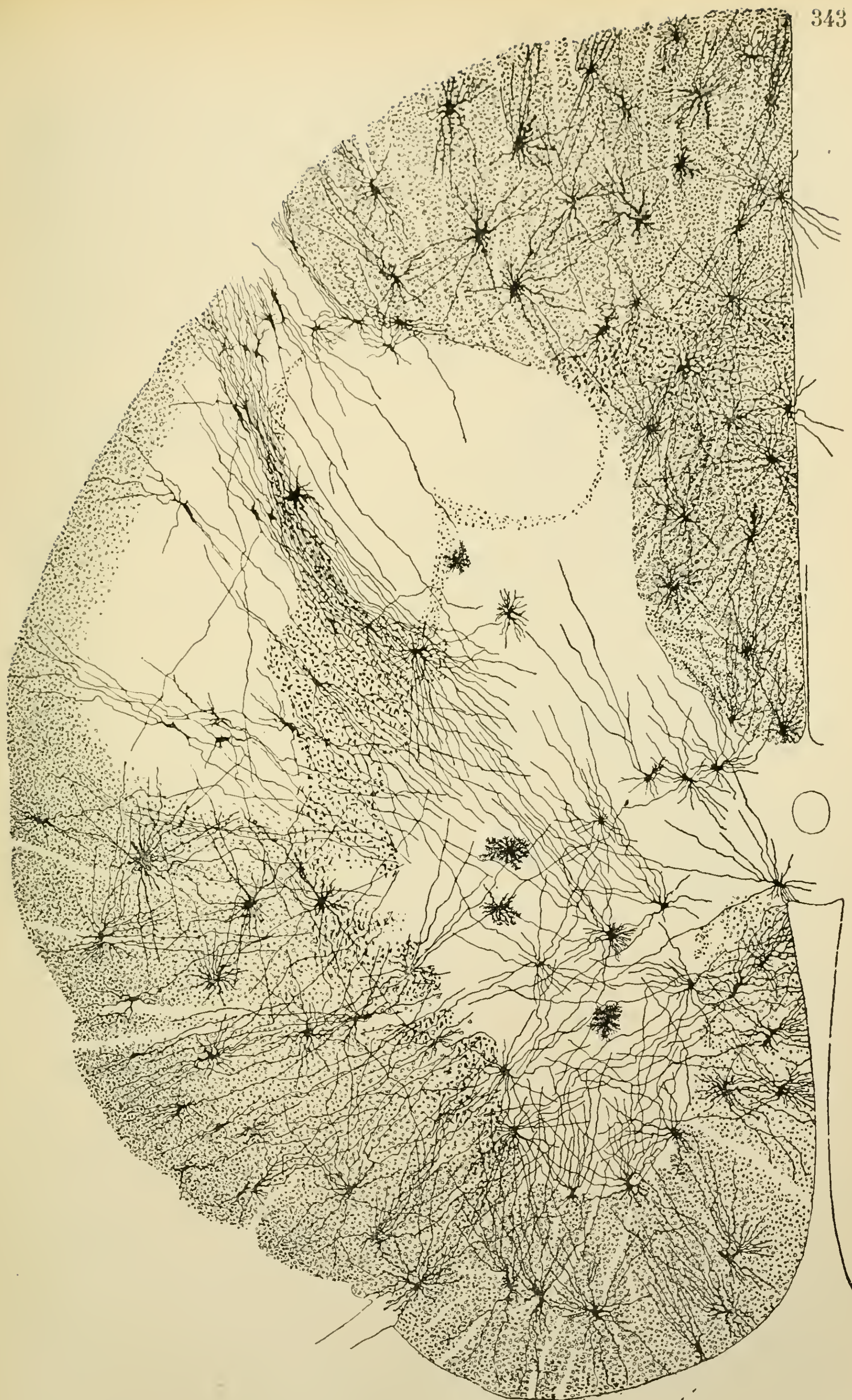


FIG. 237.
Disposition des cellules de neuroglie dans la moelle épinière d'un enfant né à 7 mois.

A un seul endroit de la substance grise les cellules de neuroglie semblent faire défaut : c'est au niveau de la substance gélatineuse de Rolando. C'est là un fait sur lequel Weigert, le premier, a appelé l'attention. Kölliker semble contester la réalité de ce fait. Pour lui les cellules de neuroglie seraient aussi abondantes dans la substance gélatineuse de Rolando que dans n'importe quelle autre région de la substance grise. C'est là une conclusion que nous ne pouvons admettre. Nos observations nous font accepter plutôt la manière de voir de Weigert. D'après nos recherches, la substance gélatineuse de



Fig. 242.
Cellules de neuroglie de la substance gélatineuse et de la zone marginale de Lissauer dans la moelle épinière d'un enfant né à 7 mois.

Rolando n'est pas complètement dépourvue de cellules de neuroglie, mais elle représente, de toutes les régions de la substance grise de la moelle, celle qui est la plus pauvre en astrocytes. La fig. 242, reproduit les seules cellules de neuroglie de la substance gélatineuse que nous avons observées dans les nombreuses coupes de la moelle épinière d'un enfant né à 7 mois que nous avons étudiées.

Tous les éléments neurogliques de la moelle épinière, les cellules épendymaires comme les cellules de neuroglie, sont indépendants les uns des autres et indépendants aussi des éléments nerveux avec lesquels ils sont entremêlés. C'est ce mélange d'éléments neurogliques et d'éléments nerveux enchevêtrés par leurs prolongements qui donne naissance au tissu nerveux de la moelle épinière. La moelle épinière n'est donc pas formée de *tissu nerveux* et de *tissu de neuroglie,* comme on dit quelquefois et comme nous avons dit nous-même dans la première édition de ce livre, mais simplement et uniquement d'éléments nerveux et d'éléments de neuroglie entremêlés.

Résumons en quelques mots la structure en apparence si complexe de la moelle épinière, et, pour fixer les idées, prenons une coupe transversale de la moelle dorsale, FIG. 243.

Cette moelle présente au milieu la commissure. Vous savez que celle-ci est double : elle comprend la commissure grise et la commissure blanche antérieure.

Dans la commissure grise on trouve le canal central tapissé par l'épithélium épendymaire et entouré par les cellules de neuroglie qui constituent la substance grise centrale. La partie postérieure de cette commissure est traversée par de nombreuses fibrilles nerveuses qui représentent des collatérales venues des fibres du cordon postérieur et de la partie postérieure du cordon latéral d'un côté, pour aller se terminer dans la substance grise de la corne postérieure du côté opposé. Entre ces fibrilles nerveuses, suivant une direction perpendiculaire à ces dernières, passent les cellules épendymaires qui constituent la cloison médiane dorsale.

La commissure antérieure blanche a une structure assez complexe. Elle est constituée par :

a) le fuseau des cellules épendymaires qui relient le canal central au fond de la fissure médiane antérieure ;

b) les prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses commissurales ou cellules des cordons hétéromères ;

c) les prolongements protoplasmatiques d'un grand nombre de cellules radiculaires ;

d) de nombreuses branches collatérales et terminales venant des fibres du cordon antérieur ;

e) les prolongements d'un grand nombre de cellules de neuroglie.

De chaque côté de la ligne médiane, on trouve, dans chaque moitié de la moelle, une substance grise centrale et une substance blanche périphérique, FIG. 243.

La substance blanche est formée de fibres nerveuses et de cellules de neuroglie. Nous avons vu où se trouvent, dans cette substance blanche, les fibres à conduction centripète, les fibres à conduction centrifuge et les fibres commissurales longitudinales. Nous avons appris à connaître également où toutes ces fibres nerveuses ont leurs cellules d'origine.

La substance grise présente une corne antérieure, une corne postérieure et une région intermédiaire.

Dans la corne antérieure on trouve les *cellules radiculaires* et quelques cellules des cordons; ensuite les ramifications de nombreuses collatérales venant des fibres du cordon antérieur, du cordon latéral et du cordon postérieur (collatérales sensitivo-motrices).

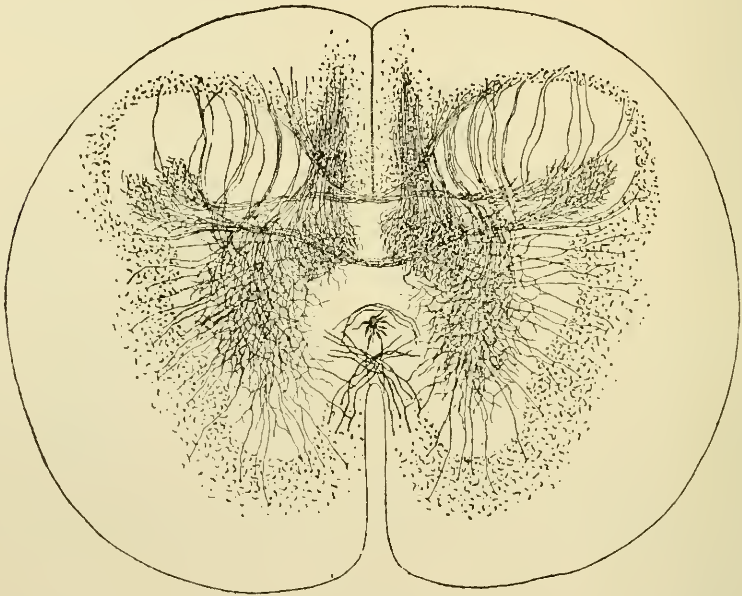


Fig. **243.**

Coupe transversale de la moelle dorsale d'un embryon de vache.

Dans la région moyenne de la substance grise on trouve principalement des cellules des cordons, soit des cellules commissurales ou cellules des cordons hétéromères, soit des cellules des cordons tautomères, soit des cellules mixtes ou cellules des cordons hécatéromères. Ces cellules nerveuses sont enveloppées par les ramifications collatérales et terminales des fibres nerveuses du cordon antérieur, du cordon latéral et du cordon postérieur.

Dans la corne postérieure existent des cellules des cordons tautomères ou hétéromères, puis des cellules à cylindre-axe court ou cellules de Golgi. Les collatérales venues des fibres du cordon postérieur et du cordon latéral du même côté, et, par la commissure postérieure, des fibres des mêmes cordons du côté opposé forment, dans cette corne postérieure, un plexus inextricable.

Le long de la moelle dorsale apparaît, sur la face interne de cette corne postérieure, la colonne de Clarke. Elle est formée de cellules nerveuses qui sont de véritables cellules des cordons tautomères destinées au faisceau cérébelleux, et d'un entrelacement de fines fibrilles nerveuses appartenant aux collatérales des fibres du cordon postérieur.

Le fait le plus important qui domine toute la structure interne de la moelle épinière, telle que nous l'avons exposée dans les trois leçons qui précèdent, c'est qu'il n'existe nulle part une trace d'anastomoses ni entre les prolongements protoplasmatiques, ni entre les prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses. Les éléments nerveux ou les neurones sont indépendants les uns des autres. Ils agissent les uns sur les autres par contiguité ou par contact. Le contact utile, celui qui seul sert à transmettre un ébranlement nerveux d'un neurone donné à un autre neurone, c'est celui qui se fait entre les ramifications terminales du prolongement cylindraxile du premier neurone et les ramifications des prolongements protoplasmatiques et peut-être le corps cellulaire du second neurone.

Une pareille structure des centres nerveux nous permet d'interpréter les phénomènes physiologiques avec autant de facilité qu'en admettant une continuité entre les éléments nerveux soit par le réseau de Gerlach, soit par le réseau de Golgi.

Pour qu'une contraction musculaire puisse se produire sous l'action de l'influx nerveux, il faut nécessairement qu'un ébranlement parte d'une cellule nerveuse radiculaire et parcoure le prolongement cylindraxile de cette cellule pour arriver au muscle périphérique.

Cet ébranlement peut naître sur place dans le corps même de la cellule radiculaire ; on dit alors que le mouvement musculaire produit est un mouvement *automatique*. Cet ébranlement peut être transmis à la cellule radiculaire par les ramifications cylindraxiles d'une fibre des racines postérieures : on dit que le mouvement est *réflexe*. La cellule radiculaire peut recevoir cet ébranlement par les ramifications collatérales ou terminales d'une fibre des voies pyramidales, on dit alors que le mouvement est

volontaire. Le schéma que nous avons construit dans la FIG. 244 représente les dispositions anatomiques qui servent de substratum à ces trois sortes de contractions musculaires.

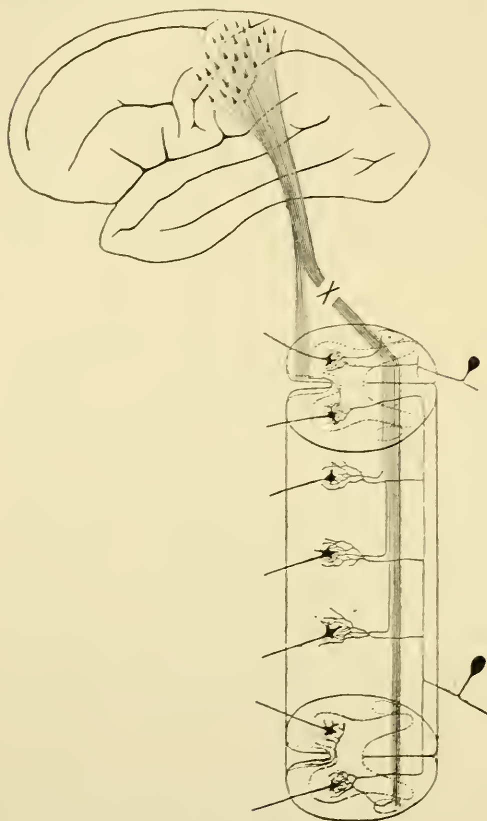


FIG. 244.
Schéma indiquant les différentes voies par lesquelles peuvent se produire des contractions musculaires sous l'influence de l'influx nerveux.

L'existence d'un réseau nerveux, établissant, entre toutes les cellules nerveuses, une véritable continuité de substance semblait surtout favorable pour expliquer le mécanisme des mouvements réflexes. L'indépendance des éléments nerveux permet de concevoir un mécanisme tout aussi simple.

Quand une excitation périphérique ébranle les ramifications intraépidermiques d'une fibre sensitive, cette excitation est transmise tout d'abord à la cellule du ganglion spinal à laquelle appartient la fibre excitée. De là, elle passe dans le prolongement cylindraxile de cette cellule nerveuse et arrive ainsi, par une racine postérieure, dans une fibre du cordon postérieur de la moelle. Si cette fibre du cordon postérieur est une voie courte, elle pourra transmettre l'ébranlement nerveux, par ses branches collatérales et par ses branches terminales, à quelques cellules radiculaires placées au même niveau de la moelle. Ces cellules excitées produiront une contraction musculaire périphérique dans le voisinage du point excité. On dit que le réflexe est simple. Si la fibre du cordon postérieur est, au contraire, une voie longue, l'ébranlement nerveux peut, ou bien se réfléchir sur les premières branches collatérales et se transmettre encore à quelques cellules radiculaires situées au même niveau; le réflexe sera encore simple; ou bien, l'ébranlement peut parcourir toute la longueur de la fibre, se transmettre par un grand nombre de branches collatérales

à un grand nombre de cellules radiculaires; dans ce cas, le mouvement réflexe sera plus complexe. Nous avons représenté dans le schéma *A* de la FIG. **245**, la disposition anatomique qui explique ces réflexes.

Au lieu de se transmettre directement à des cellules radiculaires, l'ébranlement nerveux, amené par une fibre du cordon postérieur, peut être transmis à des cellules des cordons, soit des cellules des cordons tautomères, soit des cellules des cordons hétéromères. Le prolongement cylindraxile de

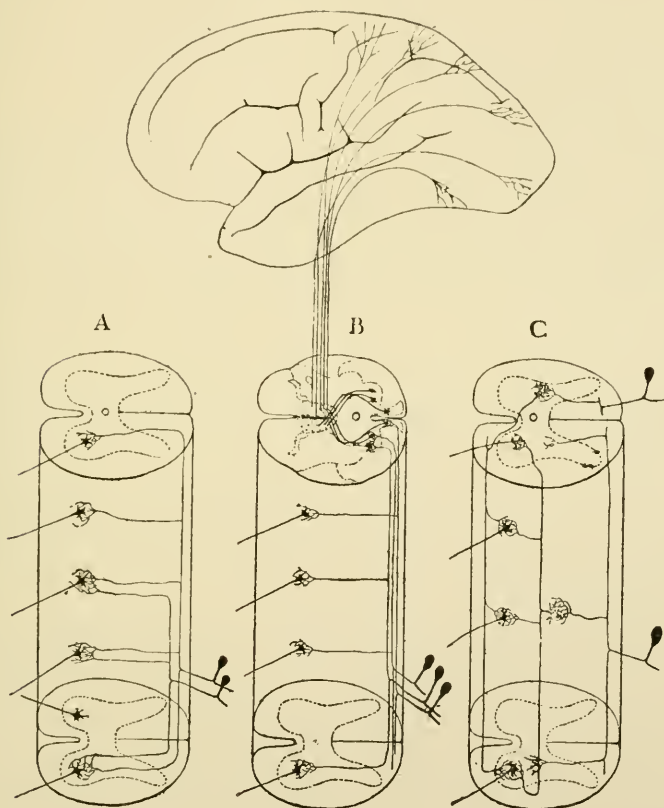


FIG. **245.**

A et *C*. Schémas pour les mouvements réflexes.
B. Schéma montrant la disposition des voies sensibles depuis la périphérie jusqu'à l'écorce cérébrale.

ces cellules nerveuses peut venir à son tour en contact avec des cellules radiculaires des deux moitiés de la moelle et produire ainsi un mouvement réflexe beaucoup plus étendu et beaucoup plus complexe. Vous pourrez saisir facilement le chemin parcouru par l'ébranlement nerveux, en jetant un coup d'œil sur le schéma *C* de la FIG. **245**.

Enfin, l'excitation périphérique, amenée à la moelle par une fibre des racines postérieures, peut parcourir toute l'étendue de cette moelle par une fibre des voies longues, être transmise à la partie inférieure de la moelle allongée, au niveau de la clava, à un second élément nerveux à cylindre-axe ascendant et par là arriver jusque dans l'écorce cérébrale de l'hémisphère du côté opposé soit par voie directe, soit par voie indirecte en passant par la couche optique : cette excitation produira alors une *sensation*. Le schéma *B* de la FIG. 245 vous montre nettement la disposition de cette voie sensible.

L'existence d'un réseau nerveux n'est donc pas requise pour interpréter les phénomènes physiologiques.

Ces phénomènes s'interprètent avec une égale facilité en admettant l'indépendance des éléments nerveux. Veuillez noter cependant que toutes ces interprétations des phénomènes physiologiques sont de pures hypothèses. Des considérations qui précèdent vous ne pouvez nullement conclure que les phénomènes physiologiques que nous venons d'analyser se passent en réalité tels que je viens de vous les décrire, mais uniquement qu'ils *peuvent* se passer ainsi.

Loin de compliquer la structure interne des centres nerveux, l'indépendance morphologique des éléments nerveux la simplifie au contraire considérablement.

Il y a cependant dans cette structure une particularité étrange qui a dû vous frapper, particularité dont on ne saisit pas bien toute la valeur ; c'est le grand nombre de collatérales qu'émettent, sur leur trajet, les fibres de la substance blanche.

Considérez, par exemple, une cellule de cette partie de la région motrice de l'écorce cérébrale qui préside aux mouvements des membres inférieurs. Comme nous le verrons plus tard, le prolongement cylindraxile de cette cellule motrice traverse la substance blanche de l'hémisphère cérébral, la capsule interne, le pied du pédoncule cérébral, la protubérance annulaire, la moelle allongée et parcourt toute l'étendue de la moelle épinière pour se terminer dans le voisinage des cellules radiculaires de la moelle lombo-sacrée. Il est impossible de suivre une seule et même fibre dans tout ce trajet, mais sur des coupes transversales pratiquées dans ces différentes parties de l'axe cérébro-spinal, on voit toujours les fibres des voies pyramidales émettre des branches collatérales allant se terminer dans la substance grise voisine. On peut donc supposer que, pendant ce long trajet à travers toute l'étendue de l'axe cérébro-spinal, la fibre que nous considérons émet des collatérales dans les différentes régions de l'axe nerveux.

Considérez encore une fibre longue des racines postérieures d'un nerf

sacré ; elle traversera toute la longueur de la moelle épinière pour aller se terminer dans les masses grises qui constituent la *clava* à la face postérieure de la moelle allongée. En parcourant toute l'étendue du cordon postérieur, cette fibre émet de nombreuses collatérales qui se terminent à tous les niveaux dans la substance grise voisine : des collatérales longues, sensitivo-motrices, dans le voisinage de son point de bifurcation et des collatérales courtes sur tout le reste de son trajet.

A quoi peuvent servir toutes ces collatérales ?

Il n'est pas possible d'admettre qu'un ébranlement nerveux, venu de la cellule corticale motrice pour se transmettre à des cellules radiculaires de la moelle sacrée, parcoure toutes les branches collatérales du prolongement cylindraxile de cette cellule nerveuse. S'il en était ainsi, l'ébranlement devrait se transmettre à toutes les cellules radiculaires et à toutes les cellules des cordons des différentes parties de l'axe cérébro-spinal avec lesquelles ces collatérales arrivent en contact. De même une excitation périphérique qui parcourt une fibre longue des cordons postérieurs pour se transmettre à un élément nerveux de la moelle allongée qui la conduira jusqu'à l'écorce cérébrale, doit éviter les branches collatérales qui naissent de cette fibre pendant son trajet dans le cordon postérieur. S'il en était autrement, l'excitation périphérique devrait se transmettre, dans la moelle, à un grand nombre de cellules radiculaires et de cellules des cordons.

Ce qui est certain, c'est que les collatérales existent.

Peut-être l'ébranlement nerveux qu'une cellule transmet à son prolongement cylindraxile a-t-il pour tendance de ne parcourir, dans les circonstances ordinaires, que le prolongement cylindraxile lui-même, d'éviter toutes les voies collatérales et de ne pouvoir être transmis à un élément voisin que par les ramifications *terminales*. Dans ce cas, les ramifications collatérales devraient être considérées comme des voies supplémentaires que l'ébranlement nerveux n'utilisera que dans certaines circonstances données.

C'est là une pure hypothèse. Je vous la donne comme telle, sans y attacher la moindre importance, convaincu que les recherches ultérieures nous apprendront bientôt si on peut la maintenir ou s'il faut la rejeter.

Circulation de la moelle.

Pour terminer l'étude de l'organisation interne de la moelle épinière, il nous reste encore à étudier la circulation de la moelle.

Circulation artérielle. Quand on examine une moelle épinière après

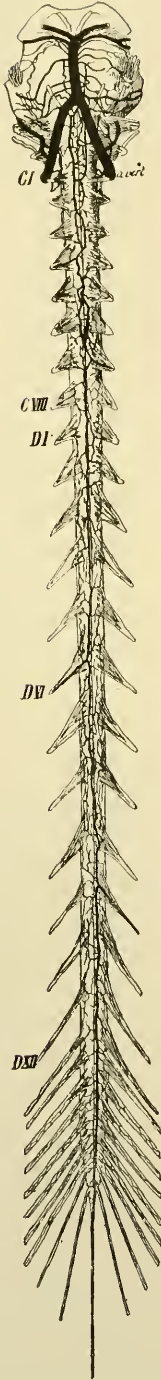


Fig. **246.**
Les artères de la face antérieure de la moelle (d'après Kadyi).

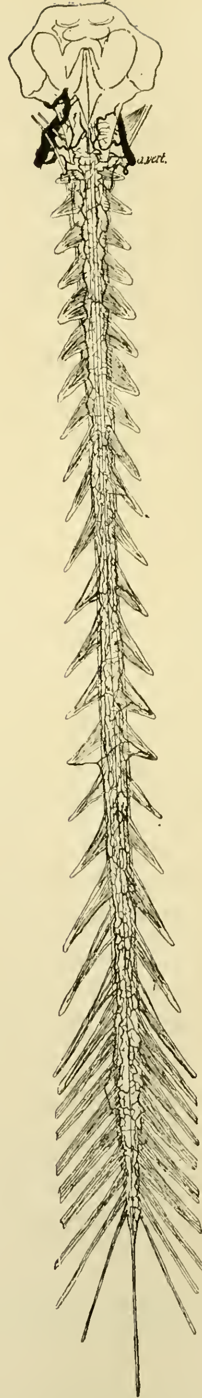


Fig. **247.**
Les artères de la face postérieure de la moelle (d'après Kadyi).

injection de tout le système artériel, FIG. **246** et **247** on trouve dans l'épaisseur de la pie-mère trois artères plus ou moins volumineuses à direction longitudinale. L'une occupe la face antérieure de la moelle, directement au-devant de la fissure médiane longitudinale antérieure. C'est l'*artère spinale antérieure*. Les deux autres descendent sur la face postérieure de la moelle le long des sillons collatéraux dorsaux. Ce sont les *artères spinales postérieures*.

L'artère spinale antérieure provient directement des deux artères vertébrales, un peu en dessous de leur point de réunion pour former le tronc basilaire. Chaque artère vertébrale donne une petite branche interne qui se dirige en bas et en dedans. Les branches des deux vertébrales se réunissent sur la ligne médiane en un tronc un peu plus volumineux qui constitue l'artère spinale antérieure.

Les artères spinales postérieures proviennent des artères cérébelleuses inférieures et postérieures au moment où ces artères contournent la face postérieure de la moelle allongée pour se rendre au cervelet. Les artères spinales postérieures restent indépendantes. Elles se dirigent d'abord en dedans jusque sur la face postérieure de la partie inférieure de la moelle allongée, puis se divisent en une branche ascendante destinée à la moelle

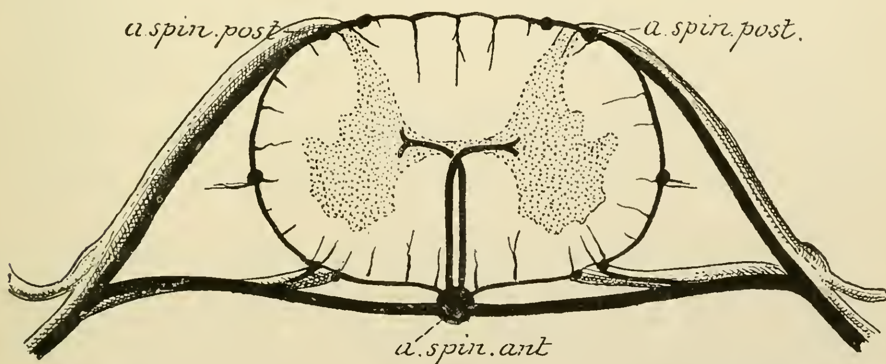


FIG. **248**.
Schéma général de la circulation artérielle de la moelle (d'apès KADYI) (1).

allongée, et une branche descendante pour la moelle épinière (DURET). On admet généralement qu'en descendant le long de la moelle ces trois artères spinales sont renforcées, au niveau de chaque nerf spinal, par une petite branche artérielle accompagnant ce nerf et provenant succes-

(1) C'est intentionnellement que les artères qui accompagnent les racines antérieures et postérieures des nerfs spinaux ont été dessinées beaucoup trop grosses.

sivement de l'artère vertébrale, de l'artère cervicale profonde, des artères intercostales, lombaires et sacrées.

D'après des recherches très minutieuses de Kadyi, ces artères spinales ne devraient pas être considérées comme des branches des artères vertébrales, mais chacune d'elles représenterait une chaîne artérielle formée par des anastomoses longitudinales de toutes les petites artères qui accompagnent les nerfs spinaux. En dehors de la dure-mère, chaque nerf spinal est accompagné d'une petite artère plus ou moins volumineuse provenant soit de la vertébrale, soit de la cervicale profonde, soit d'une artère intercostale, lombaire ou sacrée. Cette artère traverse la dure-mère et se subdivise alors en une branche antérieure et une branche postérieure accompagnant les deux racines du nerf spinal jusqu'à la moelle, fig. **248**. Arrivée sur la face antérieure de la moelle, chaque petite artère antérieure gagne la ligne médiane, se fusionne avec l'artère correspondante du côté opposé, puis se divise en une branche ascendante qui s'anastomose avec la branche descendante de la petite artère placée au-dessus, et en une branche descendante qui s'anastomose avec la branche ascendante voisine.

Sur la face postérieure de la moelle, les petites artères qui accompagnent les racines postérieures ne s'étendent que jusqu'au niveau du sillon collatéral postérieur pour s'y comporter comme les artères de la face antérieure.

Parmi les artères des nerfs spinaux, un grand nombre sont tellement petites qu'elles s'épuisent sur les racines de ces nerfs sans arriver jusqu'à la moelle; d'autres, au contraire, sont plus volumineuses et déservent alors la moelle sur une étendue plus considérable.

De ces trois artères spinales partent des branches transversales qui se divisent et se subdivisent dans l'épaisseur de la pie-mère, s'anastomosent les unes avec les autres de manière à constituer autour de la moelle épinière un véritable réseau artériel.

De ce réseau artériel naissent des branches collatérales qui pénètrent directement dans la moelle. Ce sont les véritables *artères nourricières* de la moelle. Elles représentent toutes des *artères terminales* dans le sens que Cohnheim a donné à cette dénomination, c'est à dire que ces artères ne s'anastomosent plus entre elles. Chacune d'elles est destinée à porter le sang à une partie déterminée de la moelle. L'oblitération d'une de ces artères amène donc, comme conséquence immédiate, la mort de toute la région nourrie par elle.

Les plus volumineuses de ces artères terminales viennent de l'artère

spinale antérieure. Elles pénètrent jusqu'au fond de la fissure médiane antérieure puis se recourbent, soit à gauche, soit à droite, dans la substance nerveuse pour aller se terminer dans la substance grise de la corne antérieure par un grand nombre de petites branches terminales rayonnant dans tous les sens, FIG. 249. Ces artères envoient aussi une petite branche dans la colonne de CLARKE. Ce sont les *artères du sillon* de ADAMKIEWICZ, les *artères centrales de la moelle* de KADYI. D'après les recherches de ce dernier auteur, il existerait en moyenne, sur toute la longueur de la moelle, 200 de ces artères centrales.

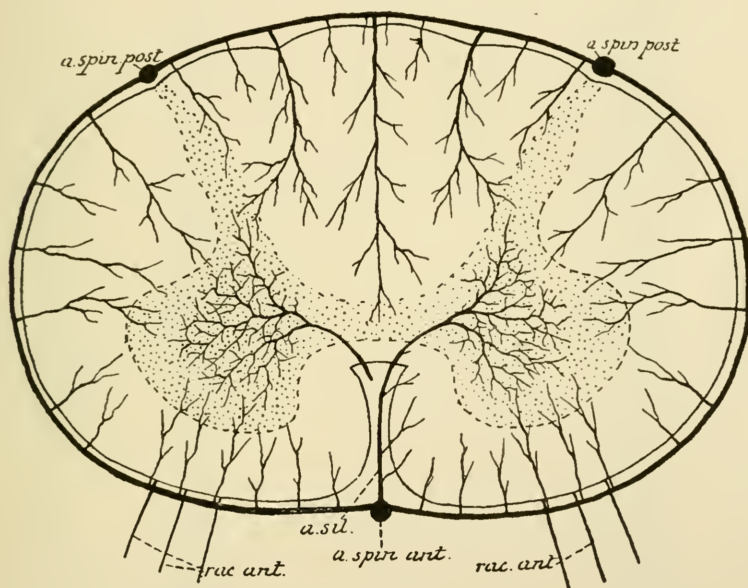


FIG. 249.
Schéma montrant le trajet et la distribution des branches terminales provenant du plexus artériel de la pie-mère.

Les autres artères nourricières de la moelle naissent du réseau périphérique, pénètrent dans la substance blanche de la moelle, y abandonnent des branches collatérales et vont se terminer dans les zones périphériques de la substance grise. Les plus volumineuses de toutes ces artères sont celles qui accompagnent le septum médian dorsal. Parmi ces artères on doit signaler d'une façon spéciale, les deux ou trois petites artères qui accompagnent les fibres de chaque racine antérieure et arrivent avec celle-ci jusque dans la corne antérieure de la substance grise. On les appelle encore *artères radiculaires*.

Circulation veineuse. Au réseau capillaire artériel de la moelle fait

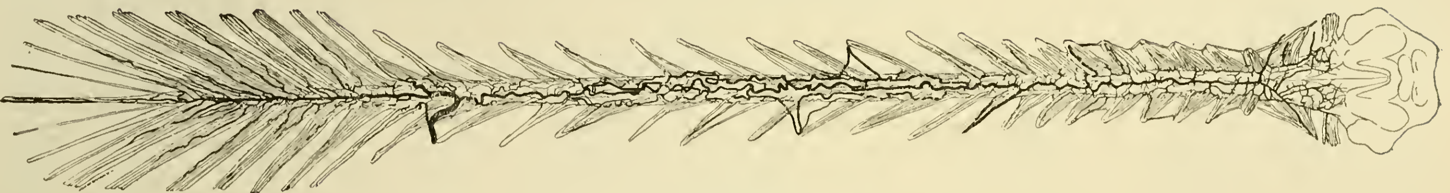


Fig. 250

Les veines extra-médullaires vues par la face postérieure (d'après Kadyi).

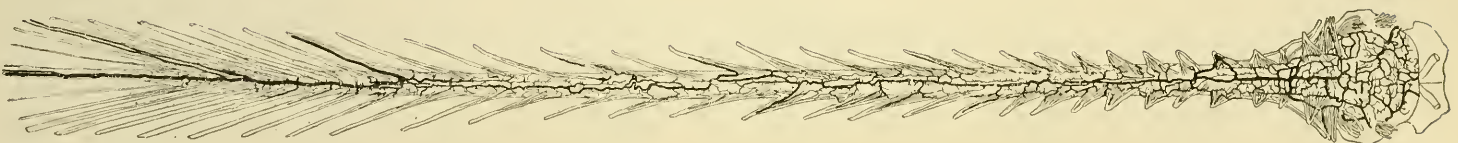


Fig. 251.

Les veines extra-médullaires vues par la face antérieure (d'après Kadyi).

suite un réseau veineux. Les capillaires veineux se réunissent en des veinules plus grosses qui accompagnent les ramifications artérielles et qui se rendent dans un plexus veineux situé dans l'épaisseur de la pie-mère. Les veines intra-médullaires sont cependant beaucoup plus nombreuses que les artères correspondantes. D'après les recherches de Kadyi, on trouverait, dans la fissure médiane antérieure par exemple, environ un nombre double de veines que d'artères.

Le plexus veineux extra-médullaire entoure complètement la moelle. On peut y distinguer quelques veines plus volumineuses que les autres à direction longitudinale, fig. **250** et **251**, l'une est située vis-à-vis de la fissure médiane antérieure accompagnant l'artère spinale antérieure, c'est la *veine médiane antérieure*; l'autre, plus volumineuse, court sur la face postérieure de la moelle le long de la cloison médiane, c'est la *veine médiane postérieure*. Outre ces deux veines assez constantes, on trouve encore une veine longitudinale dans chaque sillon collatéral antérieur le long des racines antérieures des nerfs spinaux. Ces veines longitudinales sont reliées les unes aux autres par de nombreuses veines transversales.

Au niveau de chaque racine d'un nerf spinal, une petite veine se détache du plexus et accompagne la racine à travers la dure-mère. Ce sont les *veines radiculaires* allant se déverser dans les plexus veineux intra-rachidiens et extra-rachidiens.

Littérature.

Golgi : *Contribuzione alla fina anatomia degli organi centrali del sistema nervoso.* Rivista clinica di Bologna, 1871. Cité d'après : *Untersuchungen über den feineren Bau des centralen und peripherischen Nervensystems*, Jena, 1894. — v. Lenhossek : *Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen.* 2e Aufl., Berlin, 1893. — Weigert : *Bemerkungen über das Neurogliagerüst des menschlichen Centralnervensystems.* Anatomischer Anzeiger. 1890. — *Zur pathologischen Histologie des Neurogliafasergerüsts.* Centralbl. für Allgem. Pathologie und pathol. Anatomie. 1890. — *Beiträge zur Kenntniss der normalen menschlichen Neuroglia.* Festschrift zum fünfzigjährigen Jubiläum des ärztlichen Vereins zu Francfurt a. M., 1895. — Kölliker : *Handbuch der Gewebelehre*, 6e Aufl., Bd. II, Hft. 1, Leipzig, 1893. — Adamkiewicz : *Die Blutgefässe des menschlichen Rückenmarkes* : I Theil : *Die Gefässe der Rückenmarks-Substanz.* Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss,, Wien. 1881. — Kadyi : *Ueber die Blutgefässe des menschlichen Rückenmarkes*, Lemberg 1889.

DIX-SEPTIÈME LEÇON

Les nerfs spinaux ou nerfs rachidiens.

Division des nerfs spinaux. — Origine apparente et origine réelle d'un nerf spinal. — Les nerfs cervicaux : Branches postérieures. Branches antérieures. Plexus cervical. Plexus brachial.

Les nerfs périphériques qui dépendent de la moelle épinière portent le nom de *nerfs spinaux (nervi spinales)* ou *nerfs rachidiens*. On compte communément 31 paires de nerfs spinaux. Ils sortent du canal vertébral en traversant les trous de conjugaison. D'après les régions du rachis dont ces nerfs traversent les trous inter-vertébraux on les divise en *nerfs cervicaux (nervi cervicales)*, *nerfs dorsaux (nervi thoracales)*, *nerfs lombaires (nervi lumbales)*, *nerfs sacrés (nervi sacrales)* et *nerf coccygien (nervus coccygeus)*. Il y a 8 nerfs cervicaux, 12 nerfs dorsaux, 5 nerfs lombaires, 5 nerfs sacrés et 1 nerf coccygien. Dans l'épaisseur du filet terminal, il existerait encore, d'après les recherches de Rauber, deux nerfs coccygiens plus ou moins rudimentaires ce qui porterait leur nombre à 3 et le total des nerfs spinaux à 33 paires.

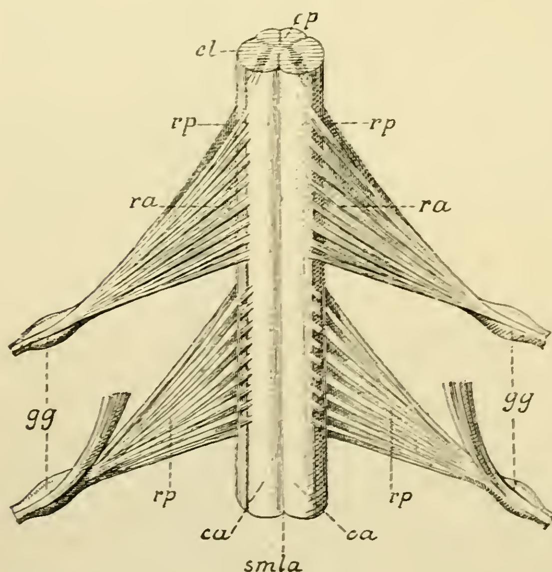


Fig. 252.

Partie de la moelle thoracique. Gr. natur.

smla : Fissure médiane longitudinale antérieure.
sca : Sillon collatéral antérieur.
ca : Cordon antérieur.
cl : Cordon latéral.
rp : Racines postérieures.
ra : Racines antérieures.
gg : Ganglion spinal.

Tout nerf spinal est un nerf mixte, c'est-à-dire qu'il est formé de fibres sensitives et des fibres motrices. Il commence à la moelle par deux groupes de filets radiculaires : les uns sortent du sillon collatéral antérieur et constituent la *racine antérieure* ; les autres émergent du sillon collatéral postérieur et forment la *racine postérieure*, FIG. 252. Les fibres de la racine antérieure sont toutes des fibres motrices ; les fibres de la racine postérieure sont en majeure partie des fibres sensitives, quelques-unes semblent motrices. Les filets radiculaires antérieurs convergent les uns vers les autres et se rendent, après un trajet plus ou moins long, vers le trou de conjugaison. Les filets radiculaires postérieurs se comportent d'une façon identique. Les filets radiculaires du premier nerf cervical ont une direction légèrement ascendante, ceux du deuxième nerf cervical ont une direction horizontale ; à partir du troisième nerf spinal la direction est oblique. Cette obliquité augmente jusqu'au dernier nerf spinal FIG. 253. Entourées par un prolongement de l'arachnoïde, les deux racines de chaque nerf spinal traversent la dure-mère qui leur fournit une gaine commune. A ce niveau la racine postérieure présente un renflement ovalaire qui constitue le *ganglion spinal*. Pour les nerfs cervicaux, dorsaux et lombaires, le ganglion spinal est situé dans le trou intervertébral, on l'appelle quelquefois *ganglion intervertébral*. Celui des nerfs sacrés et des nerfs cocygiens occupe le canal rachidien lui-même.

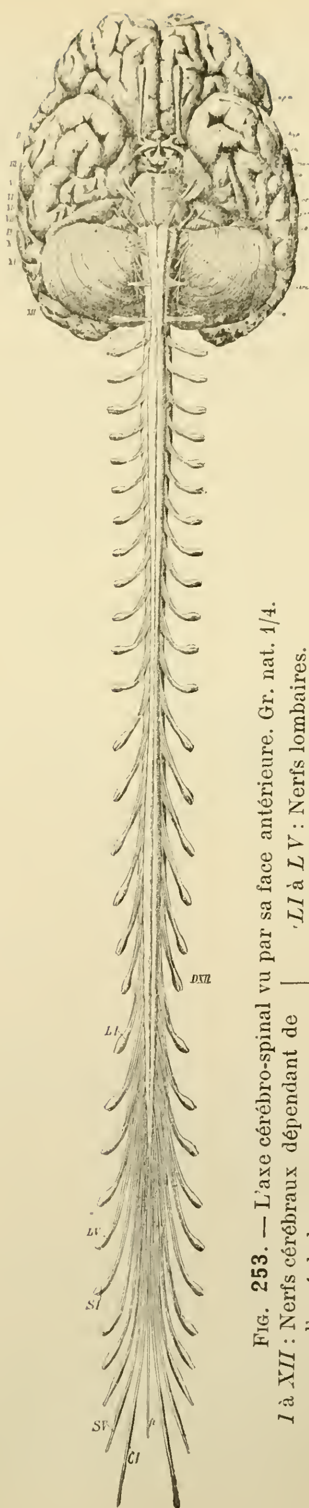


FIG. 253. — L'axe cérébro-spinal vu par sa face antérieure. Gr. nat. 1/4.

I à *XII* : Nerfs cérébraux dépendant de l'encéphale.

Les nerfs spinaux naissent symétriquement des deux côtés de la moelle.

CI à *DXII* : Nerfs cervicaux et nerfs dorsaux.

LI à *LV* : Nerfs lombaires.

SI à *SV* : Nerfs sacrés.

CI : Nerf coccygien.

ft : Filet terminal.

En dehors du ganglion spinal les fibres de la racine antérieure se réunissent à celles de la racine postérieure pour former le nerf mixte périphérique.

Tout nerf périphérique présente une double origine : l'une *apparente* et l'autre *réelle*. L'*origine réelle* d'un nerf c'est l'ensemble des cellules nerveuses d'où proviennent les cylindres-axes de ses fibres constitutives. L'*origine apparente* d'un nerf c'est l'endroit précis où ce nerf émerge de la face externe de l'axe cérébro-spinal.

L'origine apparente de tout nerf spinal est double : la racine antérieure émerge du sillon collatéral ventral, tandis que les filets de la racine postérieure sortent du sillon collatéral dorsal de la moelle.

L'origine réelle de toute nerf spinal est double également, FIG. **254** ; les fibres de la racine antérieure ont leurs cellules d'origine dans les cellules radiculaires de la corne antérieure de la substance grise de la moelle.

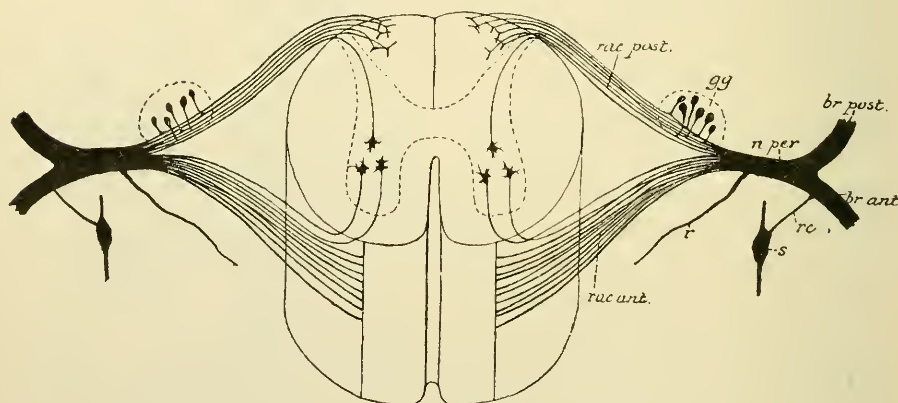


FIG. **254**.

Schéma indiquant l'origine apparente et l'origine réelle des fibres d'un nerf spinal.

gg : Ganglion spinal.
n. per : Nerf mixte périphérique.
r : Rameau récurrent méningé.
rc : Rameau communicant.
s : Ganglion du sympathique.

Les fibres sensitives de la racine postérieure ont leurs cellules d'origine dans le ganglion spinal. Nous savons que, chez la plupart des vertébrés adultes, les ganglions spinaux sont formés par des cellules unipolaires dont le prolongement unique, à une distance variable de la cellule d'origine, se bifurque en un prolongement central et un prolongement périphérique. Le premier jouit de la conduction cellulifuge, le second de la conduction cellulipète.

Outre les fibres sensitives, la racine postérieure renferme quelques fibres motrices qui ont leur origine réelle dans les cellules radiculaires postérieures de la substance grise de la moelle, FIG. 254.

En dehors du trou de conjugaison tous les nerfs spinaux se comportent d'une façon identique : ils émettent un petit rameau méningé *(ramus meningeus)* qui rentre dans le canal rachidien pour s'y distribuer aux méninges, puis se divisent en une branche antérieure *(ramus anterior)* et une branche postérieure *(ramus posterior)*.

Les branches postérieures des nerfs spinaux sont généralement plus grêles que les branches antérieures correspondantes, excepté pour les deux premiers nerfs cervicaux. Elles se dirigent toutes en arrière, restent généralement indépendantes les unes des autres et vont innerver les muscles du dos et de la nuque et porter la sensibilité à la peau qui recouvre la région de la nuque et celle des régions dorsale, lombaire et sacrée.

Les branches antérieures, d'ordinaire plus volumineuses que les postérieures, s'anastomosent avec le ganglion voisin du sympathique par les rameaux communicants. Elles restent indépendantes dans la région dorsale où elles deviennent les nerfs intercostaux. Elles s'anastomosent entre elles dans les régions cervicale, lombaire et sacrée en donnant naissance à plusieurs plexus : le plexus cervical, le plexus brachial, le plexus lombaire, le plexus sacré et le plexus coccygien.

Nous allons décrire les uns après les autres les nerfs cervicaux, dorsaux, lombaires, sacrés et coccygien.

Nerfs cervicaux.

Les nerfs cervicaux sont au nombre de huit. Le premier sort du canal rachidien entre l'occipital et l'atlas, le dernier passe par le trou de conjugaison formé par la septième vertèbre cervicale et la première vertèbre dorsale.

Le premier filet radiculaire du huitième nerf cervical quitte la moelle épinière vers le milieu du corps de la septième vertèbre cerivcale, c'est là la limite inférieure de la moelle cervicale. Rapportée aux apophyses épineuses des vertèbres, cette limite inférieure correspond, d'après les recherches de Reid, au bord supérieur de l'apophyse épineuse de la septième vertèbre cervicale.

En dehors du trou de conjugaison, chaque nerf cervical se divise en une branche postérieure et une branche antérieure. Les branches postérieures des deux premiers nerfs cervicaux sont plus volumineuses, celles des six derniers nerfs cervicaux sont plus grêles que les branches antérieures correspondantes

Branches postérieures

La branche postérieure du premier nerf cervical porte le nom de *petit nerf sous-occipital (N. suboccipitalis).* Elle sort du canal rachidien entre l'occipital et l'arc postérieur de l'atlas, traverse le triangle formé par le muscle grand droit postérieur de la tête et les deux muscles obliques et se divise en branches terminales ; l'une s'anastomose avec la branche postérieure du deuxième nerf cervical en contournant le muscle grand oblique, tandis que les autres innervent les deux muscles droits et les deux muscles obliques.

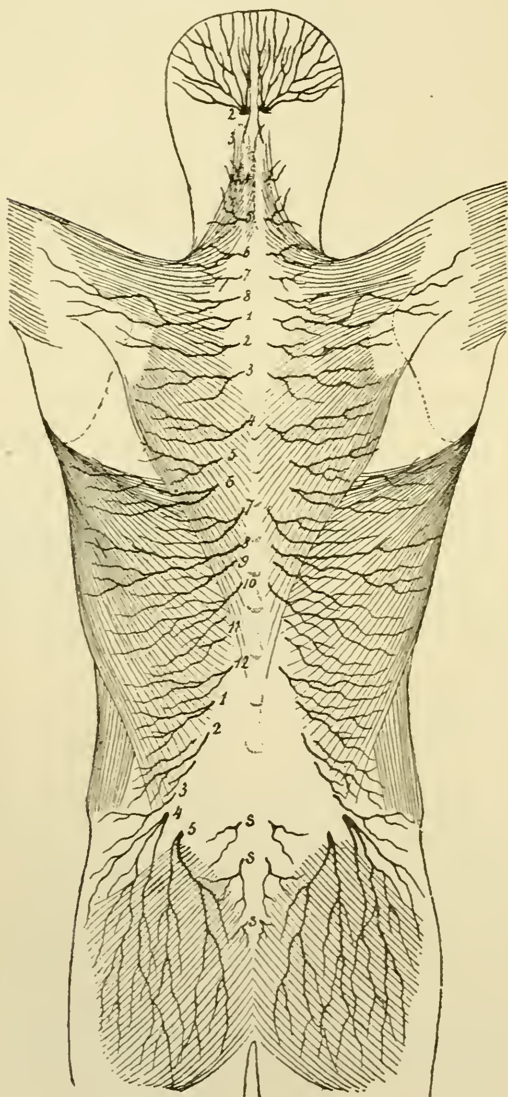


Fig. 255.
Les rameaux cutanés des branches postérieures des nerfs cervicaux, dorsaux, lombaires et sacrés.

La branche postérieure du deuxième nerf cervical beaucoup plus importante porte le nom de *grand nerf sous-occipital (N. occipitalis major).* Elle sort du canal rachidien entre l'arc postérieur de l'atlas et la lame de l'axis, passe sous le muscle grand oblique de la tête, donne un rameau anastomotique ascendant pour le petit nerf sous-occipital et un rameau descendant pour la branche postérieure du troisième nerf cervical, traverse les muscles profonds de la nuque, le grand complexus et le splenius, et devient sous-cutanée, tout près de la ligne médiane, un peu en dessous de la

ligne demi-circulaire supérieure de l'occipital. Par ses branches terminale ce grand nerf sous-occipital va porter la sensibilité à la peau qui recouvre la région occipitale depuis l'insertion du trapèze jusqu'au sommet de la tête. FIG. 255.

Les branches postérieures des six derniers nerfs cervicaux sont plus grêles que les branches antérieures correspondantes. Elles proviennent des nerfs cervicaux immédiatement en dehors du trou invertébral, se dirigent directement en arrière et un peu en dedans, innervent les muscles de la nuque et traversent, près de la ligne médiane, les fibres tendineuses du muscle trapèze pour devenir sous-cutanées. Elles se recourbent alors en dehors et portent la sensibilité à la peau qui recouvre la région de la nuque.

Branches antérieures.

Les branches antérieures des quatre premiers nerfs cervicaux s'anastomosent les unes avec les autres et donnent naissance au *plexus cervical.* Celles des quatre derniers nerfs cervicaux et du premier nerf dorsal produisent par leurs anastomoses le *plexus brachial.*

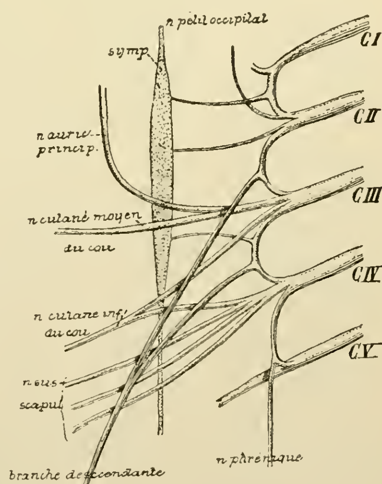


FIG. 256.
Constitution du plexus cervical.
Gr. nat. 2/3.

CI à *CV* ; Branches antérieures des cinq premiers nerfs cervicaux.
symp. : Ganglion cervical supérieur du grand sympathique.

Plexus cervical. Le plexus cervical est situé au niveau des apophyses transverses des quatre premières vertèbres cervicales, au-devant des insertions supérieures du muscle scalène postérieur et du muscle angulaire, derrière le bord postérieur du muscle sterno-cléïdo-mastoïdien. La branche antérieure du premier nerf cervical descend au-devant de l'apophyse transverse de l'atlas pour s'anastomoser avec la branche correspondante du deuxième nerf cervical, formant ainsi une première anse nerveuse. Les branches antérieures des trois autres nerfs cervicaux passent derrière l'artère vertébrale, puis entre les muscles interstranversaires antérieurs et postérieurs et arrivent au sommet des apophyses transverses ; là elles s'anastomosent l'une avec l'autre de façon

à produire deux anses nerveuses. Les quatres branches cervicales avec les trois anses qui les réunissent forment par leur ensemble le plexus cervical, FIG. 256.

De ce plexus ainsi constitué partent trois groupes de branches terminales ; des branches *anastomotiques*, des branches *musculaires* et des branches *cutanées*.

1° *Branches anastomotiques*. Le plexus cervical s'anastomose avec les nerfs voisins.

a) Avec le ganglion cervical supérieur du sympathique au moyen de trois ou quatre branches nerveuses provenant des trois ou quatre premiers nerfs cervicaux.

b) Avec le nerf grand hypoglosse par des filets qui partent de la première anse cervicale.

c) Avec le ganglion plexiforme du nerf pneumo-gastrique par un filet nerveux provenant du premier nerf cervical.

d) Avec la branche externe du nerf spinal au moyen d'un filet nerveux sorti du troisième nerf cervical.

e) Avec la branche descendante du nerf hypoglosse au moyen d'une branche nerveuse assez volumineuse et très longue provenant du deuxième et du troisième nerf cervical. Cette branche anastomotique descend obliquement en bas et en dedans, passe au devant de la carotide primitive et de la veine jugulaire interne où elle rencontre la branche descendante de l'hypoglosse avec laquelle elle forme une anse nerveuse appelée l'*anse de l'hypoglosse*. De la convexité de cette anse partent les filets nerveux qui innervent les muscles de la région sous-hyoïdienne, FIG. 257.

f) Avec le plexus brachial par un filet nerveux qui relie le quatrième nerf cervical au cinquième.

2° *Branches musculaires*. Le plexus cervical fournit des branches motrices à tous les muscles voisins : les muscles intertransversaires antérieurs et postérieurs, le muscle grand droit antérieur de la tête, le muscle petit droit antérieur de la tête, le muscle droit latéral, le long du cou, la partie supérieure des muscles scalène moyen et scalène postérieur, l'angulaire de l'omoplate, le sterno-cleïdo-mastoïdien et le trapèze (ces deux derniers muscles sont innervés aussi par le spinal). Il innerve encore les muscles de la région sous-hyoïdienne, par des filets qui proviennent de l'anse nerveuse de l'hypoglosse ainsi que nous le verrons en décrivant ce dernier nerf, et le muscle diaphragme. La branche nerveuse qui innerve ce cernier muscle constitue un nerf important appelé *nerf phrénique*.

Le *nerf phrénique (nervus phrenicus)* naît communément du quatrième nerf

cervical, très souvent aussi d'une branche anastomotique entre le quatrième nerf cervical et le cinquième. De son origine il se dirige en bas et en

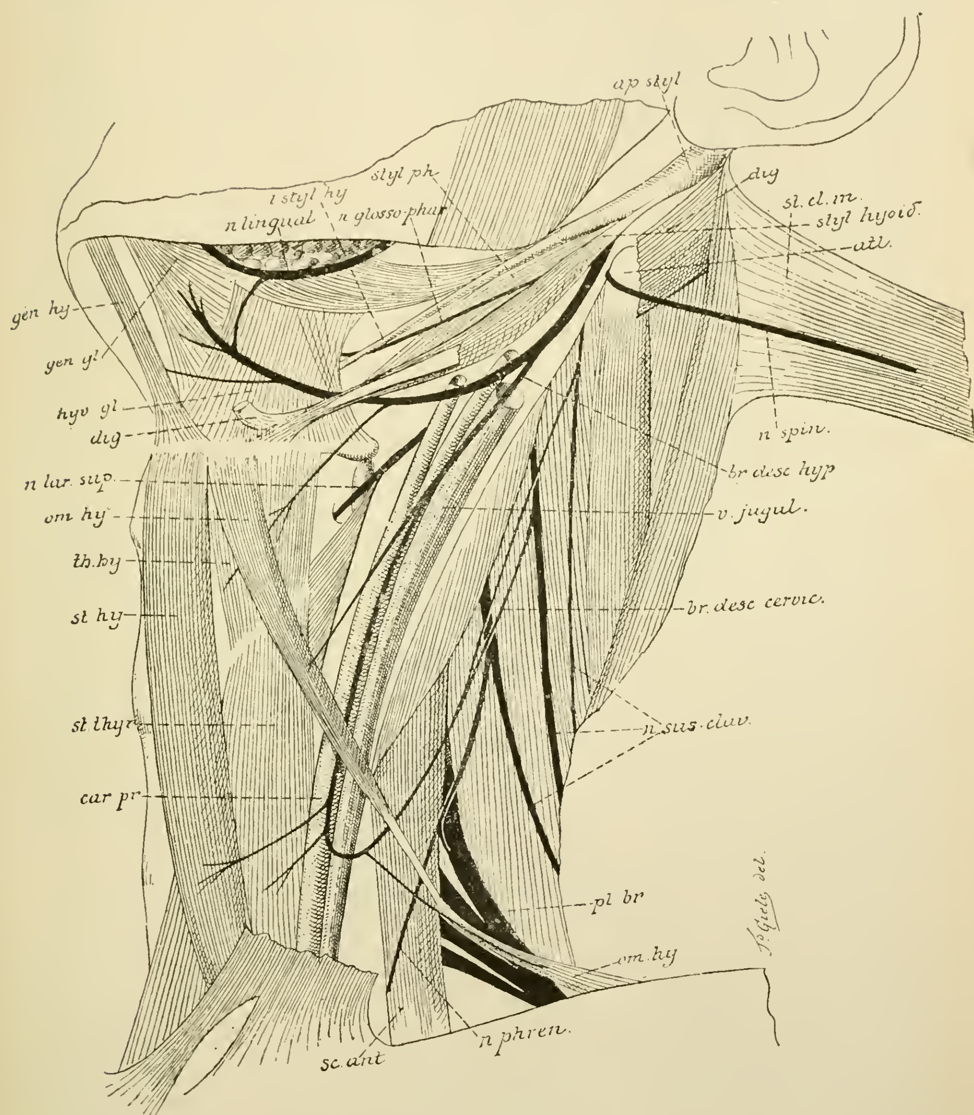


Fig. **257.**
Les nerfs de la région cervicale. Gr. nat. 1/2.

dedans, passe sur face antérieure du muscle scalène antérieur contre lequel il est maintenu par l'aponévrose de ce muscle, pénètre dans la cage thoracique en passant entre l'artère et la veine sous-clavières, en dehors du nerf pneumo-gastrique et du grand sympathique, descend verticalement

en bas au-devant du hile du poumon, entre le péricarde et la plèvre, accompagné des vaisseaux diaphragmatiques, le gauche étant situé un peu plus en avant que le droit, et pénètre dans le muscle diaphragme auquel il se distribue.

Près de son origine, le nerf phrénique s'anastomose avec le ganglion cervical inférieur du sympathique et avec le nerf du muscle sous-clavier.

Le nerf phrénique n'est pas un nerf exclusivement moteur, il renferme des fibres sensitives qu'il abandonne, sur son trajet à travers la cage thoracique, aux parties voisines du péricarde et de la plèvre (péricardique, costale et phrénique); quelques filets terminaux donnent également la sensibilité à la partie du péritoine qui recouvre la face inférieure du muscle diaphragme.

3° *Branches cutanées*. Les branches cutanées contournent toutes la partie moyenne du bord postérieur du muscle sterno-cléïdo-mastoïdien et se dirigent en haut, en avant ou en bas, FIG. 258.

Les *branches ascendantes* sont au nombre de deux : le nerf *petit occipital* et le nerf *auriculaire principal*. Il n'y a qu'une seule *branche antérieure* : le *nerf cervical transverse* ou *nerf cutané du cou*. Les *branches descendantes* sont plus nombreuses et constituent les *nerfs sus-claviculaires*.

Le nerf *petit occipital (n. occipitalis minor)* provient de l'anse nerveuse reliant le deuxième nerf cervical au troisième. Il monte le long du bord postérieur du muscle sterno-cleïdo-mastoïdien jusqu'au niveau de la ligne demi-circulaire supérieure de l'occipital, où il se divise en branches terminales qui innervent la peau de la région mastoïdienne et de la région occipitale latérale.

Le *nerf auriculaire principal (n. auricularis magnus)* provient du troisième nerf cervical. C'est la branche cutanée la plus volumineuse du plexus. Il contourne la partie moyenne du bord postérieur du muscle sterno-cleïdo-mastoïdien, se dirige en haut et en dedans, sur la face externe de ce muscle, vers le pavillon de l'oreille, accompagné de la veine jugulaire externe et recouvert par le muscle peaucier. Arrivé vers l'angle du maxillaire inférieur, le nerf auriculaire principal se divise en une branche antérieure *(ramus anterior)* qui va innerver la peau de la région parotidéo-masséterine en même temps qu'une partie de la face externe du pavillon de l'oreille, et une branche postérieure *(ramus posterior)* qui porte la sensibilité à toute l'étendue de la face interne du pavillon de l'oreille.

Le *nerf cutané du cou (n. cutaneus colli)* provient du troisième nerf

cervical; il contourne le bord postérieur du muscle sterno-cléïdo-mastoïdien pour se diriger horizontalement en avant entre ce muscle et le peaucier. Il

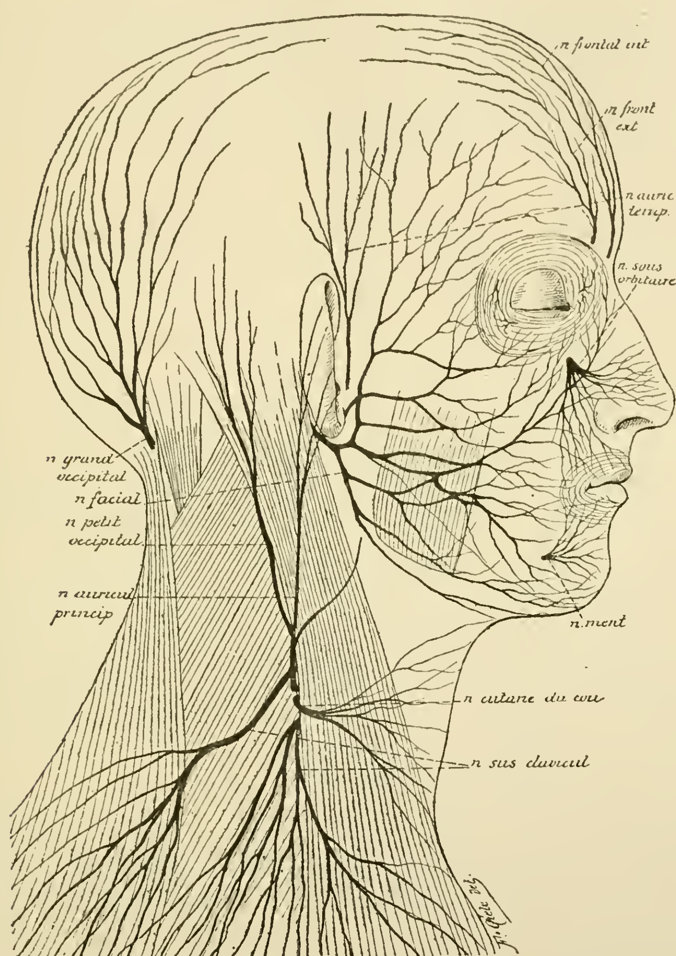


Fig. **258.**
Branches cutanées du plexus cervical. Gr. nat. 1/2.

passe en dessous de la veine jugulaire externe et, arrivé vers le bord antérieur du sterno-cléïdo-mastoïdien, il se divise en branches terminales ascendantes *(rami superiores)* qui portent la sensibilité à la peau qui recouvre la région sus-hyoïdienne et en branches terminales descendantes *(rami inferiores)* pour la peau de la région sous-hyoïdienne.

Les *nerfs sus-claviculaires (Nn. supraclaviculares)* proviennent en nombre variable du quatrième nerf cervical. Ils sortent derrière le bord postérieur du muscle sterno-cléïdo-mastoïdien recouverts par le muscle peaucier. Ils

traversent le triangle sus-claviculaire en s'écartant les uns des autres et perforent l'aponévrose cervicale et le muscle peaucier en passant au-dessus de la clavicule. Les fibres les plus internes innervent la peau qui recouvre la poignée du sternum et la partie supérieure du muscle grand pectoral; les fibres moyennes sont destinées à la peau de la paroi thoracique antérieure jusqu'au niveau de la quatrième côté, tandis que les fibres les plus externes se rendent à la peau de la partie supérieure de l'épaule.

Plexus brachial. Le plexus brachial est constitué par les anastomoses des branches antérieures des quatre derniers nerfs cervicaux et du premier nerf dorsal. Il commence sur les parties latérales des vertèbres cervicales inférieures et s'étend jusque en dessous de la clavicule où il donne naissance à ses branches terminales. Il a, dans son ensemble, une forme triangulaire à base interne. Celle-ci correspond aux apophyses transverses des vertèbres cervicales inférieures. Formé à ce niveau par les cinq branches nerveuses indépendantes, le plexus brachial est situé au-dessus de la première côte, au-dessus et en arrière de l'artère sous-clavière, dans l'espace triangulaire compris entre le muscle scalène antérieur, le muscle scaléne moyen et la face supérieure de la première côte. De là, les branches constitutives se dirigent en bas et en dehors en s'anastomosant les unes avec les autres d'une façon quelque peu variable et produisent, en dessous de la clavicule, trois troncs volumineux, deux antérieur et un postérieur, d'où partent les branches terminales. La disposition la plus commune est la suivante, FIG. **259**.

Le cinquième nerf cervical s'anastomose d'abord avec le quatrième nerf cervical, puis se réunit au sixième nerf cervical pour former un nerf volumineux. Celui-ci, après un trajet d'une longueur variable, se divise en une branche antérieure et une branche postérieure.

Le septième nerf cervical reste d'abord indépendant des nerfs voisins, puis il se divise en une branche antérieure et une branche postérieure.

Le huitième nerf cervical se réunit au premier nerf dorsal. Le tronc qui en résulte se divise également en une branche antérieure et une branche postérieure.

Les trois branches postérieures se réunissent en un tronc volumineux : c'est le *tronc postérieur* (*fasciculus posterior*) d'où partent, comme branches terminales, le *nerf circonflexe* et le *nerf radial.*

La branche antérieure du septième nerf cervical se réunit avec la branche correspondante provenant du tronc formé par les cinquième et sixième nerfs cervicaux, pour constituer le *tronc antéro-externe (fasciculus*

lateralis) d'où partent, comme branches terminales, le *nerf musculo-cutané* et la *racine externe du nerf médian.*

La branche antérieure provenant du huitième nerf cervical et du premier nerf dorsal reste indépendante et devient le *tronc antéro-interne (fasciculus medialis);* celui-ci donne naissance à quatre branches terminales : la *racine interne du nerf médian,* le *nerf cutané brachial interne,* l'*accessoire du cutané brachial interne* et le *nerf cubital.*

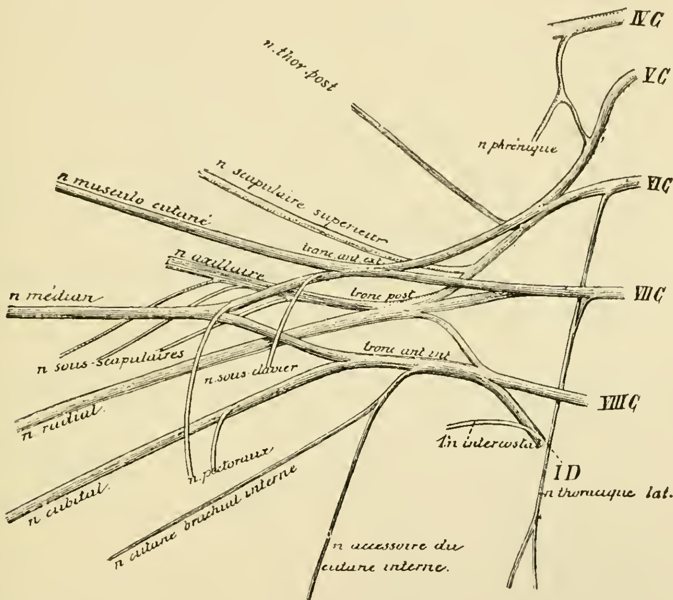


Fig. **259.**

Constitution du plexus brachial. Gr. nat. 1/2.

Les branches du plexus brachial se divisent en *branches anastomotiques,* en *branches collatérales* et en *branches terminales.* Les branches collatérales elles-mêmes peuvent se subdiviser en deux groupes : celles qui proviennent du plexus au-dessus de la clavicule, dans le triangle sus-claviculaire, et celles qui proviennent du plexus en dessous de la clavicule, dans le creux axillaire.

1° *Branches anastomotiques.* Chaque nerf cervical un peu en dehors du trou de conjugaison, avant la constitution même du plexus, est relié au ganglion voisin du sympathique par un ou deux rameaux communicants. Cette anastomose se fait avec le ganglion cervical moyen pour les cinquième

et sixième nerfs cervicaux, avec le ganglion cervical inférieur pour les septième et huitième nerfs cervicaux, et avec le premier ganglion thoracique pour le premier nerf dorsal.

Le cinquième nerf cervical est relié à la branche inférieure du plexus cervical par une anse nerveuse d'où sort souvent le nerf phrénique.

2° *Branches collatérales. a) Branches sus-claviculaires.* Au-dessus de la clavicule le plexus brachial fournit le *nerf du muscle sous-clavier*, le *nerf scapulaire supérieur*, le *nerf thoracique postérieur*, le *nerf thoracique latéral* ou *nerf respiratoire de Ch. Bell* et les *nerfs thoraciques antérieurs.*

Le *nerf du muscle sous-clavier* (*n. subclavius*) est très grêle. Il provient du tronc antéro-externe du plexus, descend verticalement en bas au-devant du muscle scalène antérieur un peu en dehors du nerf phrénique, passe derrière la clavicule et va se terminer dans le muscle sous-clavier.

Le *nerf scapulaire supérieur* (*n. suprascapularis*), assez volumineux, provient du tronc postérieur du plexus. Il se dirige transversalement en dehors en longeant le bord postérieur de la clavicule, accompagné de l'artère scapulaire supérieure. Il passe sous le muscle trapèze, arrive au bord supérieur de l'omoplate, traverse le trou coracoïdien et pénètre dans la fosse sus-épineuse où il donne des filets au muscle sus-épineux. Il contourne ensuite le bord externe de l'épine de l'omoplate, abandonne quelques filets à l'articulation scapulo-humérale, puis se termine dans le muscle sous-épineux.

Le *nerf thoracique postérieur* (*n. dorsalis scapulae*) provient du cinquième nerf cervical, il se dirige en arrière en traversant les muscles scalène moyen et scalène postérieur, descend entre ce dernier muscle et l'angulaire de l'omoplate auquel il fournit quelques rameaux, puis se termine dans le muscle rhomboïde.

Le *nerf thoracique latéral* ou *nerf respiratoire de Ch. Bell* (*n. thoracalis longus*) présente deux racines : l'une provient du sixième et l'autre du septième nerf cervical. Ces racines se dirigent en arrière, traversent le scalène moyen puis se réunissent en un tronc unique. Celui-ci passe derrière la clavicule, descend le long de la face latérale de la cage thoracique entre le muscle sous-scapulaire et les pectoraux, appliqué sur la face externe du muscle grand dentelé qu'il innerve.

Les *nerfs thoraciques antérieurs* ou *nerfs pectoraux (nn. thoracales anteriores)* sont au nombre de deux. L'un, destiné au grand pectoral, provient du tronc antéro-externe du plexus ; il passe derrière la clavicule, au-devant de l'artère axillaire, et va se terminer dans le muscle grand pectoral. L'autre

destiné au muscle petit pectoral, provient du tronc antéro-interne du plexus, passe derrière l'artère axillaire, s'anastomose avec le nerf du muscle grand pectoral, puis se termine dans le muscle petit pectoral. Quelques filets nerveux traversent ce dernier muscle pour se rendre également dans le grand pectoral.

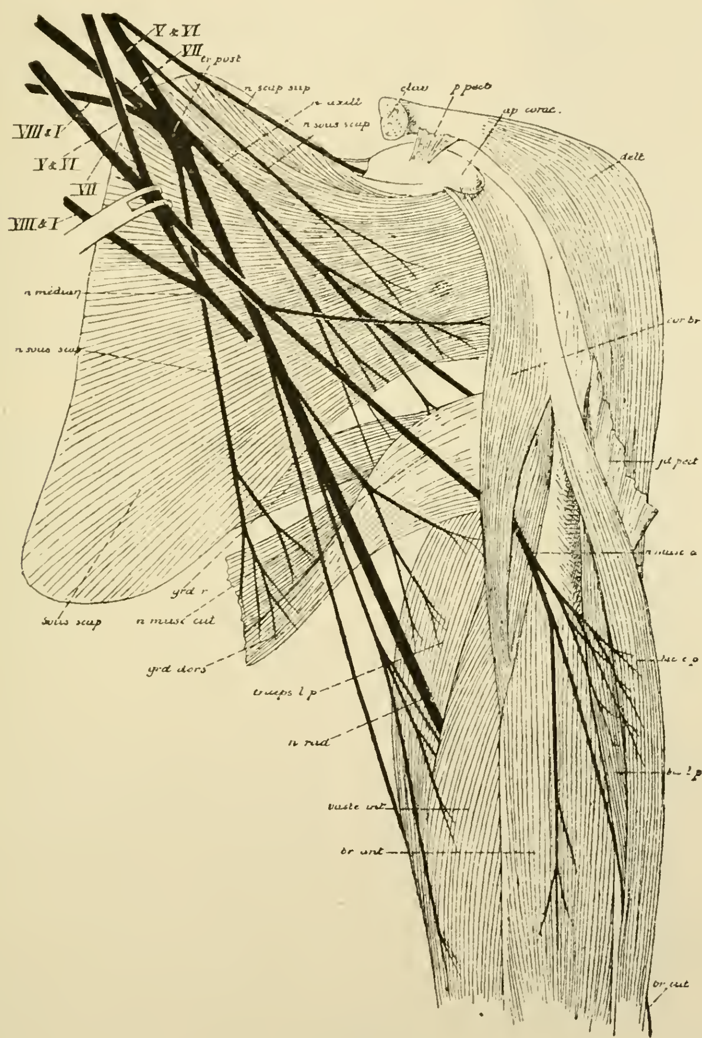


Fig. **260**.

Quelques branches collatérales et terminales du plexus brachial.

b) Branches sous-claviculaires. En dessous de la clavicule le plexus brachial fournit les *nerfs sous-scapulaires* (*Nn. subscapulares*), fig. **260**. Ceux-ci sont au nombre de trois et proviennent du tronc postérieur du plexus. Ils

descendent en bas au devant du muscle sous-capulaire et se terminent : le premier, dans la partie supéro-interne du muscle sous-scapulaire, le deuxième, dans la partie externe du même muscle et dans le muscle grand rond, le troisième, le plus volumineux, s'épuise dans le muscle grand dorsal.

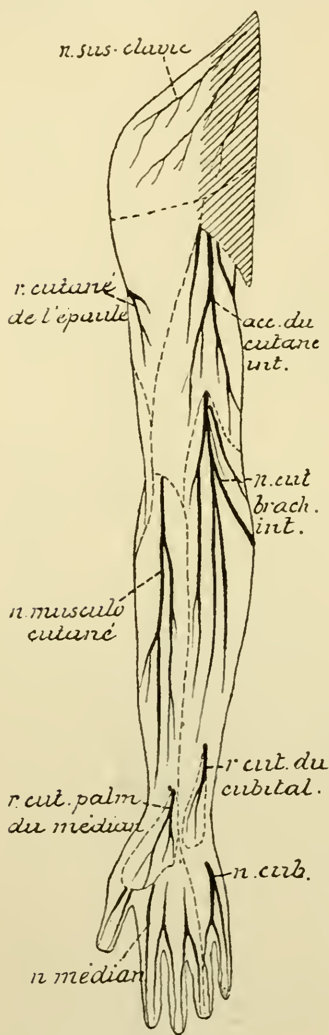


Fig. 261.

Les nerfs cutanés de la face antérieure du membre supérieur.

3° *Branches terminales.* Les branches terminales proviennent du plexus brachial au niveau de l'articulation scapulo-humérale. Elles sont au nombre de sept : le *nerf musculo-cutané*, le *nerf médian*, le *nerf cutané brachial interne*, le *nerf accessoire du cutané interne*, et le *nerf cubital* forment le groupe superficiel. Ils proviennent des deux troncs antérieurs. Le *nerf radial* et le *nerf axillaire* ou *nerf circonflexe* provenant du tronc postérieur forment le groupe profond.

Nerf musculo-cutané (*N. musculocutaneus*). C'est la plus externe de toutes les branches terminales du plexus brachial. Avec la racine externe du nerf médian, elle provient du tronc antéro-externe du plexus. Ce nerf se dirige en bas et en dehors en passant au-devant du tendon du muscle sous-scapulaire, perfore le muscle coraco-brachial, se met entre le biceps et le brachial antérieur et longe ainsi toute la région antérieure du bras, fig. **260**. Au pli du coude, il occupe le bord externe du tendon du biceps, traverse l'aponévrose du bras et devient sous-cutané (*n. cutaneus antibrachii lateralis*). Il se divise alors en deux branches terminales dont l'une passe devant et l'autre derrière la veine médiane céphalique ; ces branches vont porter la sensibilité à la peau qui recouvre la région antéro-externe de l'avant-bras depuis le pli du coude jusqu'à la main, fig. **261**. Pendant son trajet le long du bras, le nerf musculo-cutané donne des branches collatérales (*rami musculares*) qui innervent le muscle caraco-brachial, les deux chefs du biceps et le brachial antérieur.

Nerf médian (*N. medianus*). Il provient du plexus brachial par deux racines qui se continuent avec les deux troncs antérieurs du plexus. Ces racines se réunissent en bas en un tronc unique de façon à circonscrire un V ouvert en haut et en dedans dans lequel chemine l'artère axillaire. A son origine le nerf médian est situé un peu en dehors de l'artère axillaire, entre le nerf musculo-cutané qui est en dehors et le nerf cubital qui est en dedans. Il descend, avec l'artère humérale, le long du bord interne du bras, dans l'interstice qui sépare le biceps du brachial antérieur. Placé d'abord au-devant et un peu en dehors de l'artère, le nerf médian passe insensiblement au-devant puis en dedans de l'artère. Arrivé au pli du coude il repose sur le muscle brachial antérieur, il passe alors en dessous d'une arcade aponévronétique formée par le muscle rond pronateur, croise l'artère cubitale qui devient interne et se met sur la ligne médiane, dans la région antérieure de l'avant-bras, entre le muscle fléchisseur superficiel et le muscle fléchisseur profond. Près de l'articulation radio-carpienne il devient sous-aponévrotique, étant situé entre le tendon du grand palmaire et celui du petit palmaire. Il passe sous le ligament annulaire antérieur du carpe au-devant des tendons des fléchisseurs et, arrivé dans la paume de la main, il se divise en branches terminales.

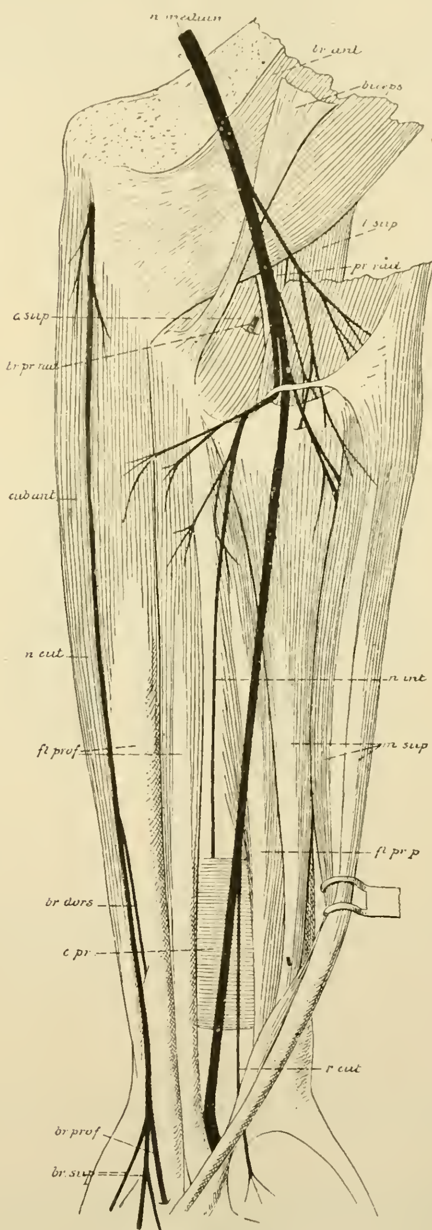


Fig. 262.

Les branches du nerf médian dans la région antérieure de l'avant-bras. Gr. nat. 1/2.

Branches collatérales. Le long du bras le nerf médian ne fournit aucune branche collatérale. Au pli du coude il fournit quelques rameaux articulaires au ligament antérieur de l'articulation, puis, le long de l'avant-bras, un grand nombre de branches collatérales destinées à innerver tous les muscles de l'avant-bras, à l'exception du muscle cubital antérieur et de la partie interne du muscle fléchisseur profond qui reçoivent leur innervation du nerf cubital. Toutes ces branches naissent du nerf médian un peu en dessous du pli du coude, FIG. **262.** La branche destinée au muscle carré pronateur est longue et grêle, elle porte un nom spécial : c'est le *nerf interosseux antérieur* (*N. interosseus volaris.*) On le trouve sur la face antérieure du ligament interosseux, accompagné de l'artère et des veines interosseuses, entre le muscle fléchisseur profond des doigts et le long fléchisseur propre du pouce. Il se termine dans le muscle carré pronateur et donne quelques filets à l'articulation radio-carpienne.

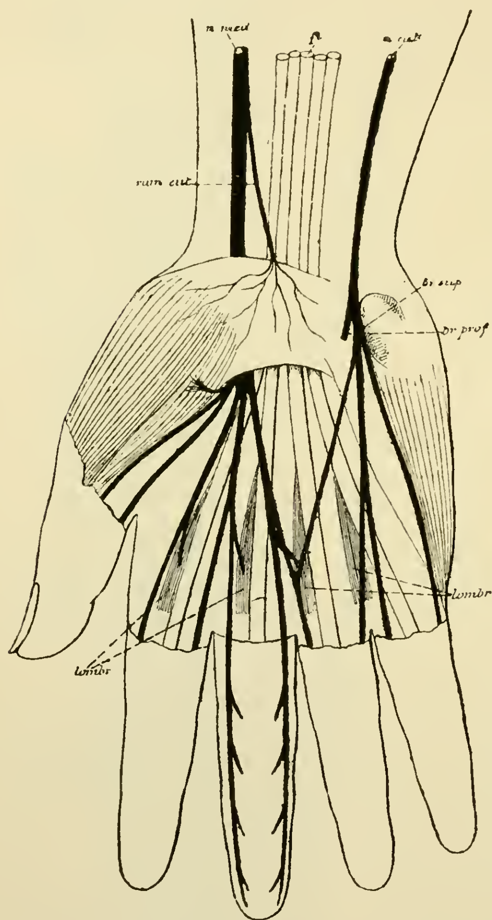


FIG. **263.**
Les nerfs superficiels à la face palmaire de la main.
Gr. nat. 1/2.

Un peu au-dessus de l'articulation radio-carpienne, le nerf médian fournit encore une branche cutanée : le *rameau cutané palmaire* (*ramus palmaris n. mediani*); celui-ci traverse l'aponévrose antibrachiale pour devenir sous-cutané, passe au-devant du ligament annulaire antérieur du carpe et se distribue à la peau de l'éminence thénar et à la paume de la main.

Branches terminales. En dessous du ligament annulaire antérieur du carpe, le nerf médian se résout en cinq branches terminales, les *nerfs digitaux palmaires communs (nn. digitales volares communes)* FIG. 263.

La première, très courte, se rend dans l'éminence thénar pour y innerver les trois muscles : court abducteur, court fléchisseur et opposant. La deuxième branche longe le tendon du muscle long fléchisseur propre du pouce et se subdivise en deux branches plus grêles, les *nerfs digitaux palmaires propres (nn. digitales volares proprii)* dont l'une va porter la sensibilité au bord externe du pouce : *nerf collatéral palmaire externe du pouce* et l'autre innerve la peau du bord interne du pouce : *nerf collatéral palmaire interne du pouce.*.

La troisième branche innerve le premier lombrical et donne la sensibilité au bord externe de la face palmaire de l'indicateur : *nerf collatéral palmaire externe de l'index.*

La quatrième branche descend dans la paume de la main, innerve le deuxième muscle lombrical et se subdivise en *nerf collatéral palmaire interne de l'index* et *nerf collatéral palmaire externe du médius.*

La cinquième branche innerve quelquefois le troisième muscle lombrical, s'anastomose avec la branche superficielle du nerf cubital, (*ramus anastomoticus cum n. ulnari*) puis se subdivise en *nerf collatéral palmaire interne du médius* et *nerf collatéral palmaire externe de l'annulaire.*

Littérature.

RAUBER : *Die letzten spinalen Nerven und Ganglien.* Morphologisches Jahrbuch, 1877. — HIS : *Die anatomische Nomenclatur.* Archiv f. Anat. und Phys., Anatom. Abth., Supplement Bd. 1895.

DIX-HUITIÈME LEÇON

Les nerfs spinaux ou nerfs rachidiens.

(Suite)

Plexus cervical : Nerf cutané brachial interne. Nerf accessoire du cutané interne. Nerf cubital. Nerf radial. Nerf axillaire. — Nerfs dorsaux. — Nerfs lombaires. Plexus lombaire : Nerf lombro-sacré. Nerf obturateur. Nerf crural.

Nous avons commencé, dans la dernière leçon, l'étude des branches terminales du plexus brachial. Ces branches sont au nombre de sept. Nous avons décrit le trajet périphérique de deux de ces branches : le *nerf musculo-cutané* et le *nerf médian*. Il nous reste encore à étudier le trajet et le mode de distribution du *nerf cutané brachial interne*, du *nerf accessoire du cutané interne*, du *nerf cubital*, du *nerf radial* et du *nerf axillaire* ou *circonflexe*.

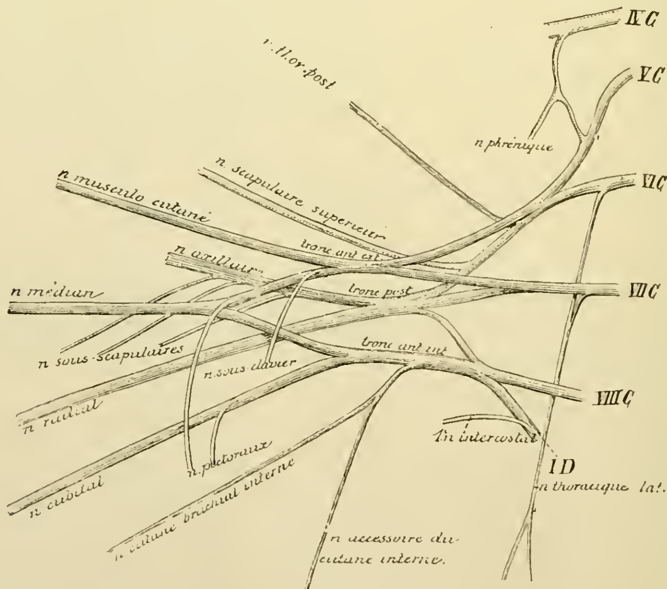


Fig. 264.
Constitution du plexus brachial. Gr. nat. 1/2,

Nerf cutané brachial interne (*n. cutaneus antibrachii medialis*). Ce nerf provient, avec la racine interne du nerf médian et avec le nerf cubital,

du tronc antéro-interne du plexus brachial, FIG. 264. Il descend le long du bras, au-devant de l'artère humérale, entre le nerf médian et le nerf cubital. Arrivé vers la partie moyenne du bras, il traverse l'orifice de l'aponévrose brachiale qui donne passage à la veine basilique et devient sous-cutané. Il se divise alors en deux branches terminales qui vont porter la sensibilité à la peau de la partie inférieure et interne du bras et à celle qui recouvre la région antéro-interne de l'avant-bras jusqu'au poignet, FIG. 265.

Nerf accessoire du cutané brachial interne (*n. cutaneus brachii medialis*). Il provient du même tronc nerveux que le précédent, FIG. 264; d'abord situé en arrière de la veine axillaire, il se place plus bas en dedans de cette veine et s'anastomose avec le rameau perforant du deuxième nerf intercostal. De ce tronc unique partent alors des branches terminales qui portent la sensibilité à la peau du creux axillaire et à celle qui recouvre la face interne du bras jusqu'au niveau de l'épicondyle, FIG. 265.

Nerf cubital (*n. ulnaris*). Il naît du tronc antéro-interne du plexus brachial, origine qui lui est commune avec la racine interne du nerf médian, le nerf cutané brachial interne et son accessoire, FIG. 264. Il descend le long de la face interne du bras, au-devant du nerf radial, en dedans du nerf médian, de l'artère axillaire et de l'artère brachiale. Arrivé vers le milieu de la région interne du bras, il se dirige en arrière, traverse la cloison intermusculaire interne le long de laquelle il descend. Il parcourt la gouttière située entre l'épicondyle et l'olécrane, passe sous une arcade aponévrotique étendue entre les insertions supérieures du muscle cubital antérieur, se recourbe un peu en

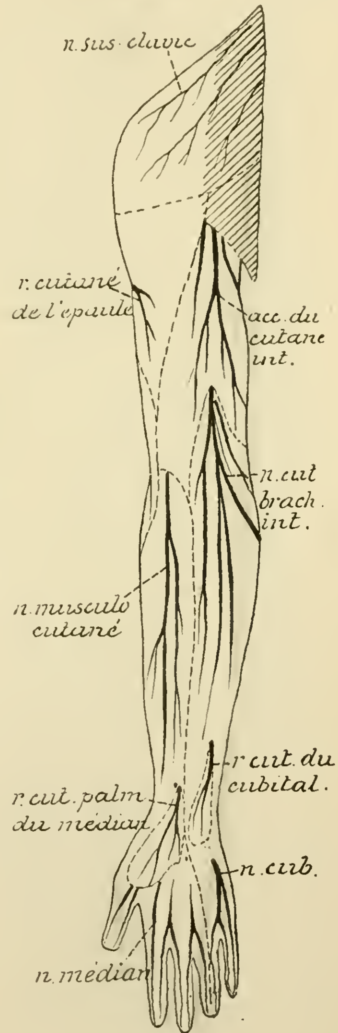


FIG. 265.
Les nerfs cutanés de la face antérieure du membre supérieur.

avant et arrive ainsi à la face antérieure de l'avant-bras. Il descend entre le muscle cubital antérieur et le muscle fléchisseur profond des doigts étant accompagné, dans la moitié inférieure de l'avant-bras, de l'artère cubitale qui est placée en dehors. Au niveau de l'articulation radio-carpienne il devient tout-à-fait sous-aponévrotique, passe avec l'artère cubitale au-devant du ligament annulaire antérieur du carpe, dans un canal ostéo-fibreux formé par ce ligament, l'os pisiforme et une expansion aponévrotique du muscle cubital antérieur, et pénètre ainsi dans la paume de la main où il se divise en branches terminales.

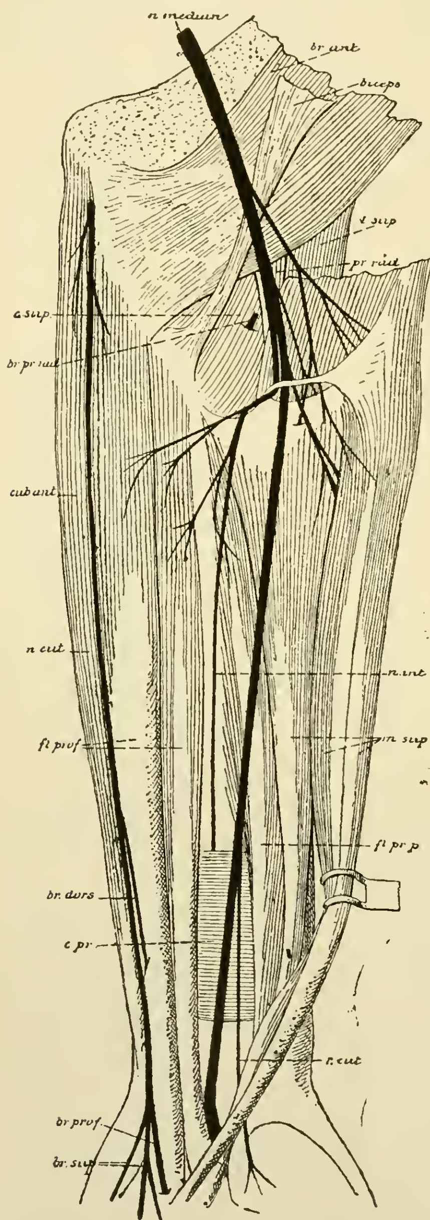


Fig. **266**.
Les branches du nerf médian dans la région antérieure de l'avant-bras. Gr. nat. 1/2.

Branches collatérales. Le long du bras le nerf cubital ne fournit aucune branche collatérale.

Les branches collatérales fournies le long de l'avant-bras peuvent se diviser en branches *articulaires*, *musculaires* et *cutanées*.

Les branches articulaires sont destinées à la partie postérieure de l'articulation du coude. Elles proviennent du nerf cubital pendant son trajet dans la gouttière olécranienne.

Les branches musculaires proviennent du nerf cubital au moment où il passe en dessous de l'insertion supérieure du muscle cubital antérieur. Elles sont destinées à ce muscle et à la partie interne du muscle fléchisseur profond des doigts, fig. **265**.

Les branches cutanées, réunies en un tronc assez volumineux (*ramus dorsalis manus*) naissent du nerf cubital un peu au-dessus de l'articulation radio-carpienne. Ce tronc contourne le cubitus en passant en dessous du tendon du cubital antérieur. Arrivé ainsi dans la région postérieure de l'avant-bras, FIG. 267, il traverse l'aponévrose, devient sous-cutané et se divise en branches terminales qui vont porter la sensibilité à la peau qui recouvre la partie interne du dos de la main, et la face dorsale de la première phalange du petit doigt, de l'annulaire et de la partie externe du doigt médian (*nn. digitales dorsales*).

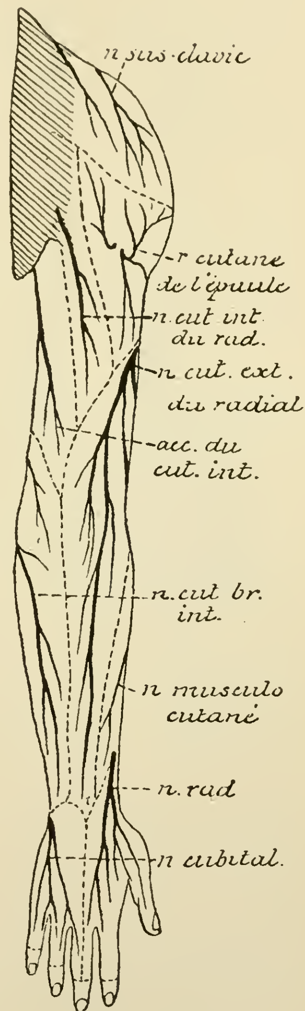


FIG. 267.
Les nerfs cutanés de la face postérieure du membre supérieur.

Branches terminales. Arrivé dans la paume de la main, vers l'extrémité supérieure de l'éminence hypothénar, le nerf cubital, devenu *rameau palmaire* (*ramus volaris manus*), se divise en une branche superficielle et une branche profonde, FIG. 268.

La *branche superficielle* (*ramus superficialis*) innerve le muscle cutané palmaire, fournit des filets à la peau de l'éminence hypothénar et s'anastomose avec la branche voisine du nerf médian, puis se divise en deux rameaux, les *nerfs digitaux palmaires communs* (*nn. digitales volares communes*): l'interne gagne le côté correspondant de l'auriculaire, c'est le *nerf collatéral palmaire interne du petit doigt;* l'externe se subdivise pour constituer le *nerf collatéral palmaire externe du petit doigt* et le *nerf collatéral palmaire interne de l'annulaire*. Les nerfs collatéraux palmaires du cubital (*nn. digitales volares proprii*) aussi bien que ceux du nerf médian s'étendent jusqu'à l'extrémité distale de la troisième phalange. Ils présentent sur leur trajet de nombreux corpuscules de PACINI et envoient des filets à toute la face palmaire des doigts et à la face dorsale de la deuxième et de la troisième phalange. Pendant leur trajet dans la paume de la main, ils sont situées en dessus de l'aponévrose palmaire moyenne. Ils ne deviennent

sus-aponévrotiques que près de l'articulation métacarpo-phalangienne en passant en dessous des arcades interdigitales de l'aponévrose palmaire moyenne.

La *branche profonde* (*ramus profundus*) traverse d'avant en arrière les muscles de l'éminence hypothénar qu'elle innerve, se dirige ensuite en dehors, derrière les tendons des muscles fléchisseurs, au-devant de l'extrémité proximale des métacarpiens, accompagné de l'arcade palmaire profonde et va se terminer dans le muscle adducteur du pouce. Pendant ce trajet, elle envoie des filets nerveux aux articulations du carpe, au troisième et au quatrième muscle lombrical et à tous les muscles interosseux palmaires et dorsaux (*rami musculares*).

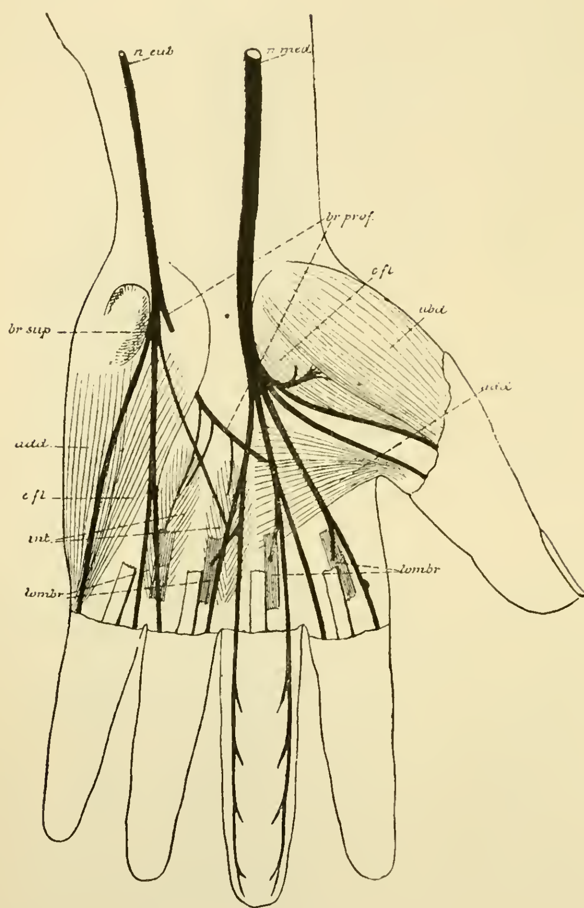


Fig. **268.**
Les nerfs superficiels et profonds de la face palmaire de la main. Gr. nat. 1/2.

Nerf radial (*N. radialis*). C'est la plus volumineuse de toutes les branches terminales du plexus brachial. Le nerf radial se continue directement avec le tronc postérieur de ce plexus, étant situé, à son origine, au-devant des tendons du muscle grand rond et du muscle grand dorsal, en arrière de l'artère axillaire et du nerf dubital. Il se dirige alors en bas et en dehors, s'engage avec l'artère humérale profonde dans la gouttière radiale de l'humérus entre le vaste interne et le vaste externe du triceps brachial.

Il contourne dans cette gouttière la face postérieure de l'os du bras, traverse la cloison intermusculaire externe au niveau de l'insertion supérieure du muscle long supinateur, puis descend dans la région du pli du coude étant situé profondément entre le muscle long supinateur et le muscle brachial antérieur. Arrivé près de l'épicondyle, il se divise en deux branches terminales : l'une superficielle et l'autre profonde.

Branches collatérales. Pendant son trajet le long du bras, le nerf radial fournit plusieurs branches collatérales.

1° Le *nerf cutané interne du radial* ou *nerf cutané postérieur du bras* (*n. cutaneus brachii posterior*). Il provient du radial au moment de son entrée dans la gouttière de l'humérus, traverse directement l'aponévrose du bras pour devenir sous-cutané et porte la sensibilité à la partie postéro-interne du bras jusque près de l'olécrâne.

2° Le *nerf du triceps et de l'anconé.* Pendant son trajet dans la gouttière humérale, le nerf radial abandonne un grand nombre de filets qui vont innerver les trois chefs du triceps brachial. Un de ces filets, destiné au vaste externe, se termine dans le muscle *anconé.*

3° Le *nerf cutané externe du radial* ou *nerf cutané dorsal de l'avant-bras* (*n. cutaneus antibrachii dorsalis*) FIG. 267. Il provient du nerf radial à l'extrémité inférieure de la gouttière humérale, traverse l'aponévrose du bras entre le long supinateur et le vaste externe, donne quelques filets à la peau de la partie inférieure du bras, passe entre l'épicondyle et l'olécrâne et se distribue à la peau qui recouvre la face postérieure de l'avant-bras.

4° Un peu au-dessus du pli du coude, il donne les filets nerveux pour le muscle long supinateur et pour le premier radial externe, FIG. 269.

Branches terminales. Le *nerf radial superficiel* (*ramus superficialis*) est exclusivement sensitif. Il descend verticalement en bas sur le côté externe de la région antérieure de l'avant-bras, en dedans du muscle long supinateur et des deux muscles radiaux, en dehors de l'artère radiale. Vers le tiers inférieur de l'avant-bras, ce nerf contourne le radius en passant sous le tendon du muscle long supinateur et devient dorsal. Il traverse l'aponévrose antibrachiale, s'anastomose avec une branche du nerf musculo-cutané et se divise un peu au-dessus de l'articulation radio-carpienne en deux branches dont l'externe va devenir le nerf collatéral dorsal externe du pouce, tandis que l'interne se divise et se subdivise encore pour fournir les nerfs collatéraux dorsaux (*nn. digitales dorsales*) interne du pouce, externe et interne de l'indicateur et externe du médius. Les

nerfs collatéraux dorsaux du pouce portent la sensibilité jusqu'à l'extrémité distale de la seconde phalange, tandis que les nerfs collatéraux dorsaux des autres doigts n'innervent que la peau de la première phalange, FIG. 270.

Le *nerf radial profond* (*ramus profondus*) est une branche exclusivement motrice. Elle est plus volumineuse que la branche superficielle. Un peu en dessous de son origine elle donne des filets au muscle second radial externe, traverse le court supinateur et l'innerve, FIG. 269, contourne la partie supérieure du radius et arrive à la face postérieure de l'avant-bras entre le plan musculaire superficiel et le plan musculaire profond, FIG. 271. Il abandonne dans cette région de nombreux filets qui vont innerver les muscles des deux plans, puis, considérablement réduit et appliqué sur la face postérieure du ligament interosseux, sous le nom de *nerf interosseux postérieur* (*n. interosseus dorsalis*), il va se terminer dans les articulations du carpe.

Fig. 269.

Nerf axillaire ou circonflexe (*n. axillaris*). Il provient, avec le nerf radial, du tronc postérieur du plexus brachial, descend derrière l'artère axillaire, au-devant du muscle sous-scapulaire. Il passe, avec l'artère circonflexe postérieure, par une ouverture quadrilatère limitée par le bord inférieur du muscle sous-scapulaire, le bord supérieur des tendons réunis du grand dorsal et du grand rond, l'humérus et la longue portion du triceps, contourne le col chirurgical de l'os et gagne la face profonde du muscle deltoïde dans lequel il se termine.

Pendant ce trajet le nerf axillaire fournit :

a) Des rameaux articulaires pour l'articulation scapulo-humérale.

b) Le nerf du muscle petit rond.

c) Le nerf cutané de l'épaule (*n. cutaneus brachii lateralis*). Celui-ci

contourne le bord postérieur du muscle deltoïde et donne des rameaux ascendants, horizontaux et descendants qui portent la sensibilité à la

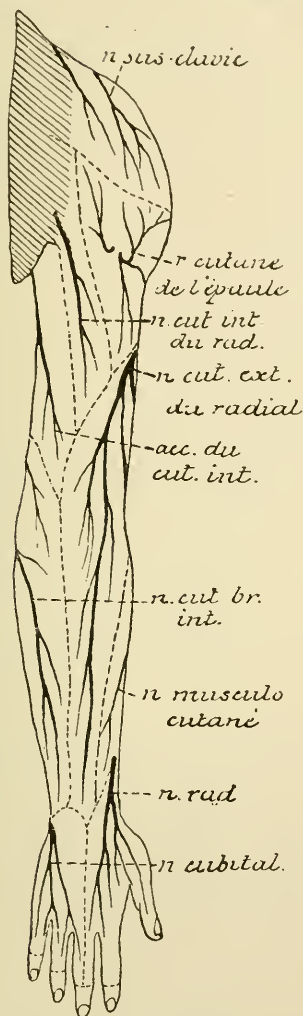


Fig. 270.
Les nerfs cutanés de la face postérieure du membre supérieur.

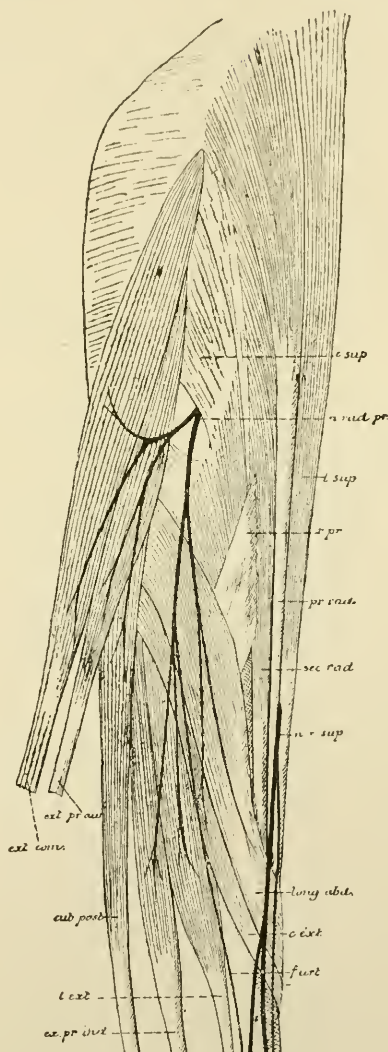


Fig. 271.

peau qui recouvre la partie potérieure du deltoïde et la partie supérieure de la face postérieure du bras.

Nerfs dorsaux.

Les nerfs dorsaux (*nn. thoracales*) sont au nombre de douze. Le premier passe par le trou de coujugaison formé par le premier et le deuxième

nerf dorsal; le douxième, par le trou invertébral situé entre la douxième vertèbre dorsale et la première vertèbre lombaire.

L'extrémité inférieure de la moelle dorsale, c'est-à-dire l'endroit où le dernier filet radiculaire du douzième nerf dorsal sort de la moelle épinière, descend dans le canal rachidien jusqu'au niveau du corps de la dixième vertèbre dorsale. Rapportée aux apophyses épineuses des vertèbres, cette limite inférieure correspond au bord inférieur de l'apophyse épineuse de la dixième vertèbre dorsale (Reid).

Au sortir du trou de conjugaison, chaque nerf dorsal se divise en une branche antérieure et une branche postérieure.

Branches postérieures.

Les branches postérieures (*rami posteriores*) des nerfs dorsaux sont plus grêles que les branches antérieures. Elles se dirigent en arrière, entre les apophyses transverses des vertèbres dorsales, en dedans du ligament costo-transversaire supérieur. Dès leur entrée dans la gouttière vertébrale, elles se divisent en deux rameaux : un rameau externe (*ramus cutaneus lateralis*) et un rameau interne (*ramus cutaneus medialis*). Le rameau interne des huit premiers nerfs dorsaux est plus volumineux, celui des quatre derniers nerfs dorsaux, au contraire, plus grêle que le rameau externe correspondant.

Pour les huit premiers nerfs dorsaux, les rameaux externes sont presque exclusivement moteurs, ils innervent avec les filets des rameaux internes tous les muscles profonds du dos. Les rameaux internes renferment surtout des fibres sensitives. Ils traversent le muscle trapèze tout près de la ligne médiane, deviennent sous-cutanés, se recourbent en dehors et portent la sensibilité à la peau qui recouvre la région dorsale correspondante, FIG. 272.

Pour les quatre derniers nerfs dorsaux, les rameaux internes sont presque exclusivement musculaires; ils innervent avec des filets venus des rameaux externes les muscles profonds du dos. Les rameaux externes sont aussi cutanés. Ils traversent les insertions du muscle long dorsal, deviennent sous-cutanés, se divisent en filets internes et en filets externes qui innervent, pour la sensibilité, la peau de la partie correspondante du dos.

Branches antérieures.

Les branches antérieures (*rami anteriores*) des nerfs dorsaux portent le nom de *nerfs intercostaux* (*nn. intercostales*), parce qu'elles parcourent d'arrière en avant toute l'étendue des espaces intercostaux. Le premier nerf

intercostal parcourt le premier espace tandis que le douzième est situé immédiatement en dessous de la douzième côte.

Chaque nerf intercostal provient du nerf dorsal correspondant immédiatement en dehors du trou de conjugaison, au devant du ligament costo-transversaire supérieur. Il se dirige vers l'espace intercostal, se place, jusqu'à l'angle de la côte, entre le muscle intercostal externe et la lame fibreuse qui remplace le muscle intercostal interne à égale distance des deux côtes. Vers l'angle de la côte il est recouvert en dedans par le muscle intercostal interne, s'infléchit un peu en haut, gagne le bord inférieur de la côte supérieure et parcourt la gouttière creusée le long de ce bord, depuis l'angle de la côte jusque près du sternum, étant placé en dessous de l'artère et de la veine intercostale.

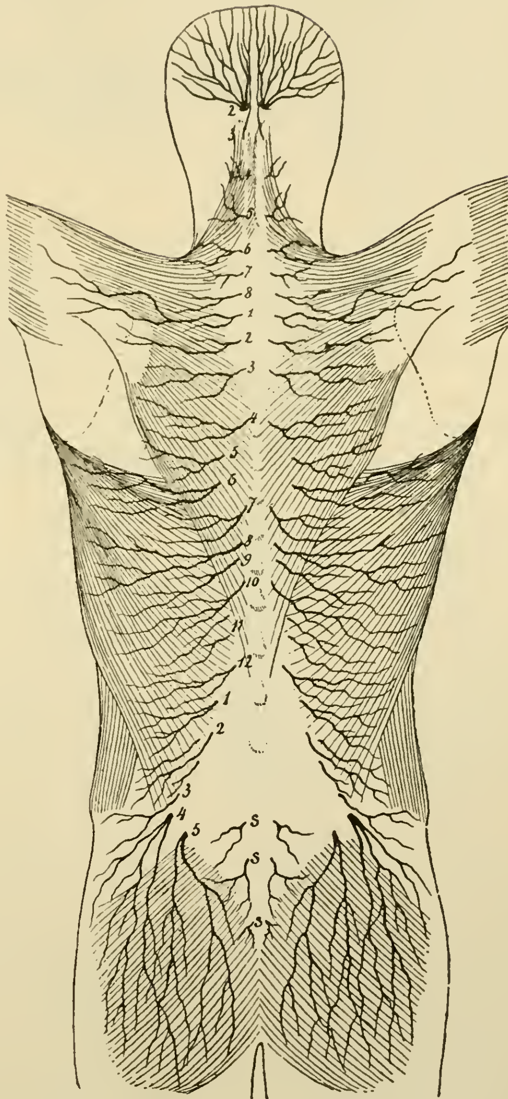


Fig. **272.**
Les rameaux cutanés des branches postérieures des nerfs cervicaux, dorsaux, lombaires et sacrés.

Les six derniers nerfs intercostaux n'atteignent pas les ternum, mais passent de la paroi thoracique dans la paroi abdominale, entre les muscles petit oblique et transverse et s'y étendent jusque près de la ligne blanche.

Dans ce trajet, chaque nerf intercostal fournit des rameaux anastomotiques, des rameaux musculaires et des rameaux cutanés, fig. **273.**

Rameaux anastomotiques. Tout près du trou de conjugaison, chaque

nerf intercostal s'anastomose avec le ganglion voisin du sympathique par un ou deux rameaux communicants.

Le premier nerf intercostal est excessivement grêle. La plus grande

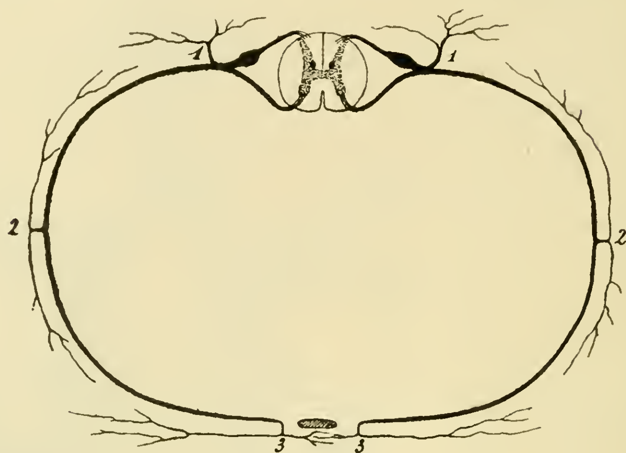


Fig. 273.

Figure schématique montrant l'origine et le mode de distribution des nerfs dorsaux.

1. Branche postérieure du nerf dorsal.
2. Rameau perforant latéral et
3. Rameau perforant antérieur du nerf intercostal.

partie de ses fibres prennent part à la constitution du plexus brachial. Le douzième nerf intercostal s'anastomose avec le premier nerf lombaire tout près du trou invertébral.

Rameaux musculaires. Pendant leur trajet dans les espaces intercostaux les six premiers nerfs intercostaux émettent des branches collatérales qui vont innerver les muscles intercostaux externes et internes, les sous-costaux, le triangulaire du sternum, les sur-costaux et le muscle petit dentelé supérieur. Les six derniers nerfs intercostaux donnent des branches motrices pour les muscles intercostaux, sous-costaux et sur-costaux correspondants, le muscle petit dentelé inférieur et les muscles de la paroi abdominale antérieure : grand oblique, petit oblique, transverse, grand droit et pyramidal. Enfin quelques fibres se rendent dans la portion lombaire du muscle diaphragme.

Rameaux cutanés. Chaque nerf intercostal fournit un rameau perforant latéral (*ramus cutaneus lateralis*) et un rameau perforant antérieur (*ramus cutaneus anterior*).

Le rameau perforant latéral du premier nerf intercostal manque. Celui du deuxième nerf intercostal se jette tout entier dans le nerf accessoire du cutané brachial interne provenant du plexus brachial.

Les rameaux perforants latéraux des autres nerfs intercostaux traversent, sur les faces latérales de la cage thoracique, au niveau de la ligne axillaire antérieure, soit les muscles intercostaux externes et le grand dentelé; soit les muscles intercostaux externes et le grand oblique et deviennent sous-cutanés. Ils se divisent alors en deux branches terminales,

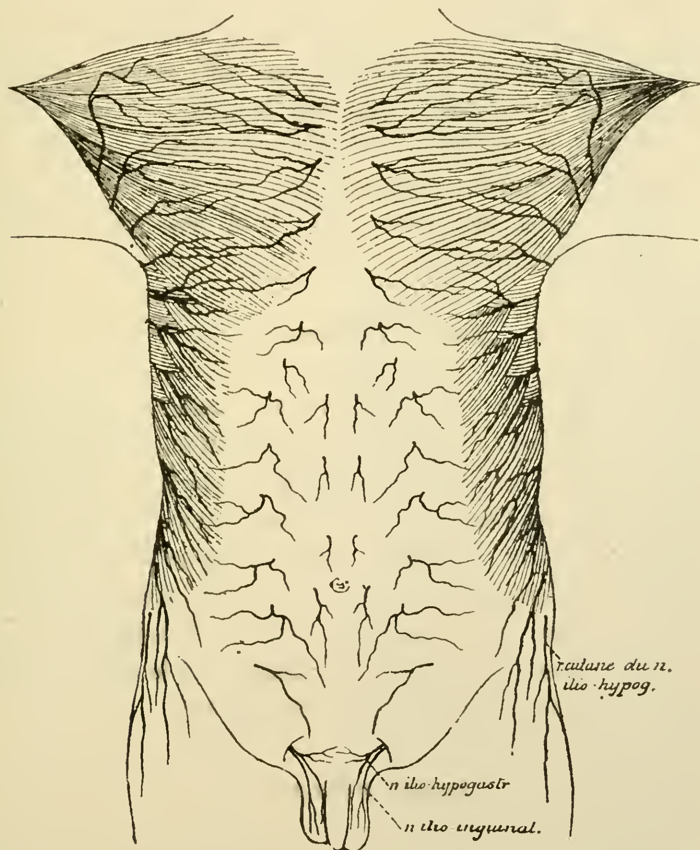


Fig. **274**.

Les rameaux cutanés antérieurs et latéraux provenant des nerfs intercostaux.

dont l'une, la plus volumineuse, se dirige en avant (*ramus anterius*) et l'autre en arrière (*ramus posterior*). Ces branches vont porter la sensibilité à la peau qui recouvre la région latérale de la cage thoracique et la paroi abdominale latérale.

Les branches antérieures des rameaux perforants latéraux du troisième au sixième nerf intercostal contournent le bord inférieur du muscle grand pectoral pour se distribuer à la peau de la région mammaire (*rami mammarii laterales*).

Le rameau perforant du douxième nerf intercostal croise la crête iliaque et donne la sensibilité à la peau qui recouvre la partie supérieure de la région fessière ; on le désigne sous le nom de *nerf cutané fessier supérieur*.

Les rameaux perforants antérieurs des six premiers nerfs intercostaux traversent le muscle grand pectoral sur le bord latéral du sternum, deviennent sous-cutanés et se terminent par des branches internes à la peau qui recouvre le sternum et par des branches externes plus volumineuses à la peau de la région antérieure du thorax, FIG. **274**.

Les rameaux perforants antérieurs des six derniers nerfs intercostaux traversent la gaine du grand droit et se distribuent à la peau de la paroi antérieure de l'abdomen.

Nerfs lombaires.

Il existe cinq paires de nerfs lombaires (*nn. lumbales*). Elles sortent par les trous de conjugaison de la région lombaire du rachis. Le premier nerf passe entre la première et la deuxième vertèbre lombaire; le cinquième, entre la cinquième vertèbre lombaire et la base du sacrum. La limite inférieure de la moelle lombaire correspond au corps de la première vertèbre lombaire. Rapportée aux apophyses épineuses du rachis, elle répond au milieu de l'apophyse épineuse de la douxième vertèbre dorsale (Reid).

Au sortir du trou de conjugaison, chaque nerf lombaire se divise en une branche antérieure et une branche postérieure.

Branches postérieures.

Les branches postérieures, moins considérables que les branches antérieures, se dirigent en arrière entre les apophyses transverses des vertèbres lombaires et arrivent dans la région lombaire où elles se divisent en rameaux internes et en rameaux externes qui innervent les muscles profonds de la région lombaire et portent la sensibilité à la peau de la région lombaire et de la partie supérieure de la région fessière, FIG. **275**.

Branches antérieures.

Les branches antérieures des nerfs lombaires s'anastomosent avec les ganglions voisins du sympathique, puis se dirigent en dehors entre le muscle carré des lombes et le grand psoas, en envoyant des rameaux à ces deux muscles.

La branche antérieure du cinquième nerf lombaire reçoit une branche anastomotique du quatrième nerf lombaire et constitue le nerf *lombo-sacré*. Celui-ci descend dans le petit bassin au-devant de l'articulation sacro-iliaque et va prendre part à la formation du plexus sacré.

Les branches antérieures des quatre premiers nerfs lombaires s'anastomosent les unes avec les autres pour constituer le *plexus lombaire*, FIG. 276.

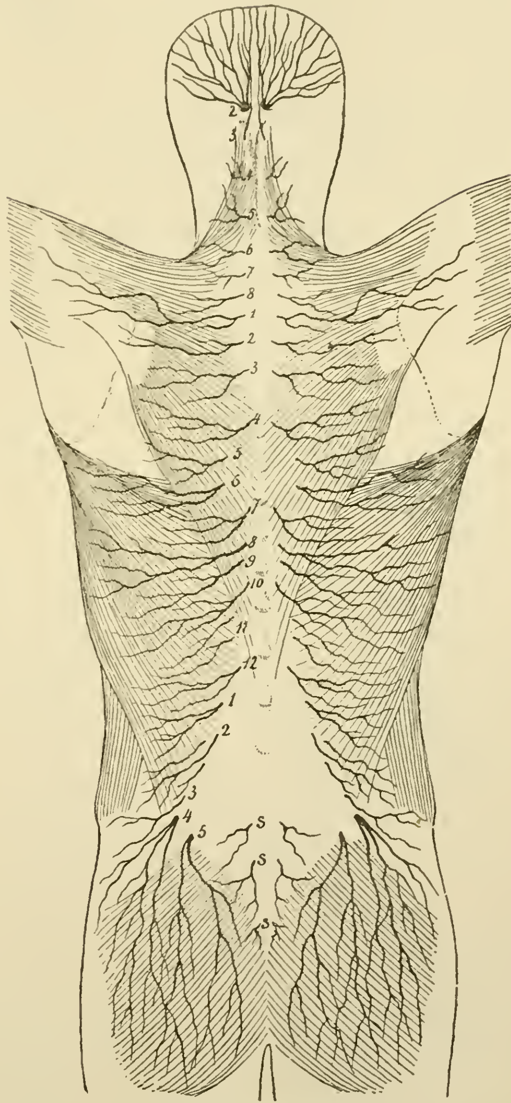


FIG. 275.
Les rameaux cutanés des branches postérieures des nerfs cervicaux, dorsaux, lombaires et sacrés.

Plexus lombaire. Ce plexus est situé sur les faces latérales des vertèbres lombaires, en partie dans l'épaisseur du muscle psoas, en partie entre le psoas et le carré des lombes.

Le premier nerf lombaire se divise en deux branches : l'une se dirige en dehors et va produire en se subdivisant les deux *nerfs abdominaux* ; l'autre descend en bas pour se réunir avec le deuxième nerf lombaire. Celui-ci descend obliquement en bas et en dehors, émet sur son trajet deux branches

collatérales, les deux *nerfs inguinaux*, puis se divise en une branche antérieure et une branche postérieure. Le troisième et le quatrième nerf lombaire se dirigent aussi en bas et en dehors ; ils se subdivisent chacun en une branche postérieure volumineuse et une branche antérieure plus grêle. Les branches antérieures de ces trois derniers nerfs lombaires se réunissent ensemble et forment le *nerf obturateur*. Les branches postérieures des mêmes nerfs se réunissent en un tronc volumineux : le *nerf crural*. De plus, le quatrième nerf lombaire donne une branche anastomotique au cinquième nerf lombaire pour former le nerf *lombo-sacré*.

Outre les branches musculaires fournies aux muscles carré lombaire, grand psoas et petit psoas, on peut distinguer au plexus lombaire quatre branches collatérales et trois branches terminales. Les branches collatérales sont les deux *nerfs inguinaux* et les deux *nerfs abdominaux*. Les branches terminales sont le *nerf lombo-sacré*, le *nerf obturateur* et le *nerf crural*.

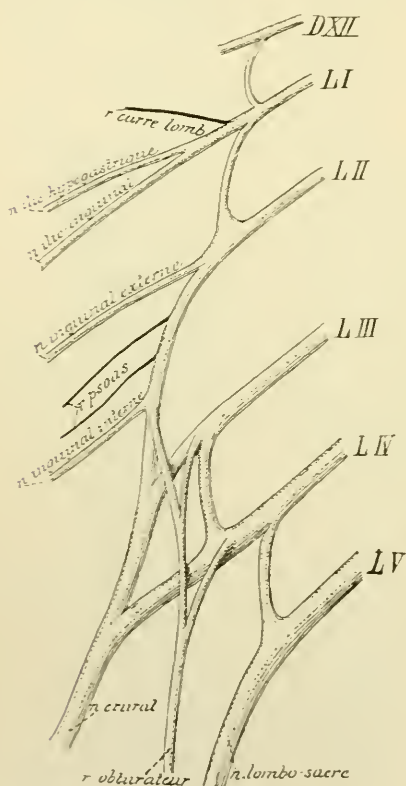


Fig. 276.
Mode de constitution du plexus lombaire.

Branches collatérales. 1° Le *nerf grand abdominal*, appelé plus communément *nerf ilio-hypogastrique (n. ilio-hypogatricus)*. Il naît de la branche antérieure du premier nerf lombaire par un tronc qui lui est commun avec le *nerf petit abdominal* ou *nerf ilio-inguinal*. Ce tronc unique porte encore le nom de *nerf lombo-dorsal* (Schwalbe).

Le nerf ilio-hypogastrique se dirige en dehors sur la face antérieure du muscle carré lombaire parallèlement à la direction du douzième nerf intercostal. Arrivé à la crête iliaque, il traverse l'aponévrose postérieure du muscle transverse de l'abdomen puis longe d'arrière en avant la crête de l'os iliaque entre l'insertion du muscle transverse et celle du muscle petit oblique. Vers le milieu de cette crête, il se comporte comme un nerf intercostal, fournit un rameau cutané perforant *(ramus cutaneus lateralis)*, puis continue

son trajet entre les deux muscles en leur fournissant des branches d'innervation. Au niveau de l'orifice interne du canal inguinal, il traverse obliquement le muscle petit oblique, l'aponévrose du grand oblique et, devenu sous-cutané, va se distribuer à la peau comprise entre la ligne blanche et le canal inguinal *(ramus cutaneus anterior)*, FIG. **277**.

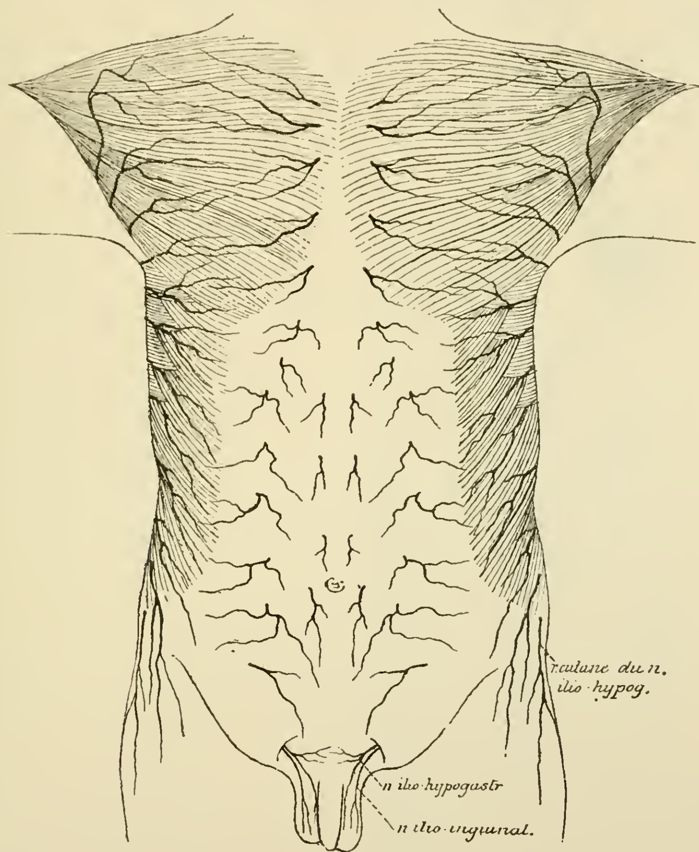


FIG. **277**.

Les rameaux cutanés antérieurs et latéraux provenant des nerfs intercostaux.

Le rameau cutané perforant ou latéral traverse les muscles petit oblique et grand oblique, pour se distribuer à la peau de la partie supérieure de la région fessière.

2° Le *nerf petit abdominal* ou *nerf ilio-inguinal (n. ilioinguinalis)* provient avec le nerf ilio-hypogastrique du tronc lombo-dorsal. Plus grêle que ce dernier, il descend obliquement en bas et en dehors, étant placé un peu plus bas que le nerf grand abdominal. A la crête iliaque, il traverse également le muscle transverse de l'abdomen, se dirige en avant entre ce muscle et

le petit oblique, s'anastomose souvent avec le nerf voisin près de l'épine iliaque antérieure et supérieure, descend le long de l'arcade crurale, parcourt le canal inguinal et arrive ainsi sur la face antérieure du cordon spermatique chez l'homme ou du ligament rond chez la femme; il se distribue à la peau du pubis et à une partie de la peau du scrotum chez l'homme *(nn. scrotales anteriores)* et de la grande lèvre chez la femme *(nn. labiales anteriores).* Pendant son trajet entre les muscles petit oblique et transverse, ce nerf leur abandonne des filets d'innervation.

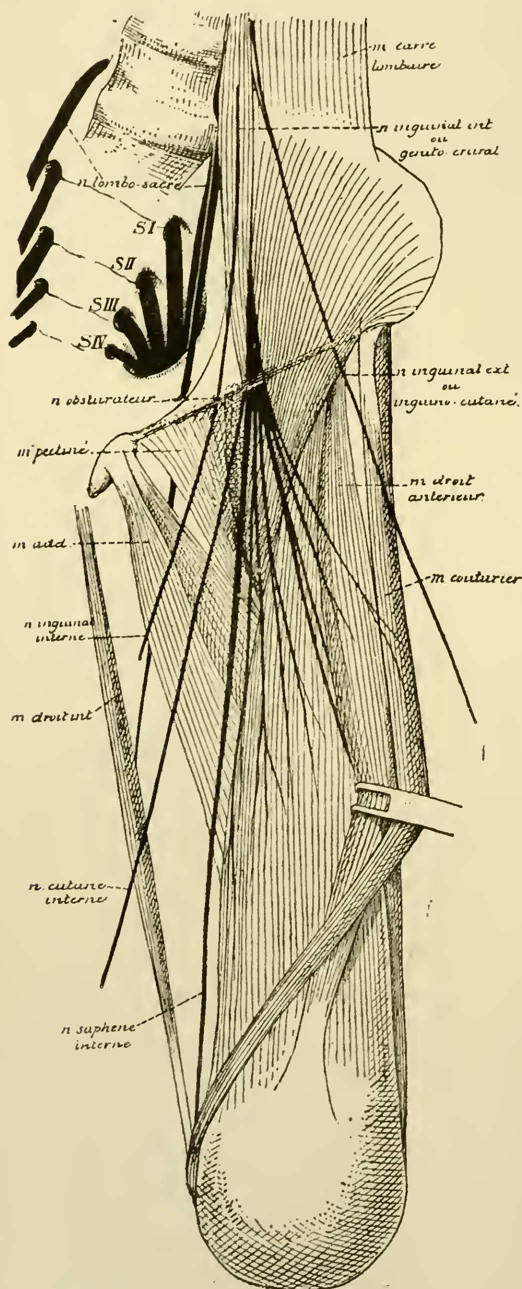


Fig. 278.

3° Le *nerf inguinal externe, nerf inguino-cutané* ou *nerf cutané externe de la cuisse (n. cutaneus femoris lateralis)*, fig. 278. Il provient de la branche antérieure du deuxième nerf lombaire, descend obliquement au-devant du muscle iliaque, recouvert par l'aponévrose iliaque et par le péritoine, sort de l'abdomen entre les deux épines iliaques antérieures en passant au-devant de l'artère circonflexe iliaque, en dessous de l'arcade crurale. Il descend sur la face antérieure de la cuisse dans un dédoublement de l'aponévrose crurale, puis traverse l'aponévrose et se divise en branches terminales qui donnent la sensibilité à la peau de la région antéro-externe de la cuisse jusque près du genou, fig. 279.

4° Le *nerf inguinal interne* ou *nerf génito-crural (n. genitofemoralis)*, FIG. 278, provient aussi du deuxième nerf lombaire. Il traverse d'arrière en avant toute l'épaisseur du muscle grand psoas, descend sur la face antérieure de ce muscle, puis sur la face antérieure de l'artère iliaque externe et se divise en deux rameaux terminaux : un rameau interne, *rameau génital* ou *nerf spermatique externe (n. spermaticus externus)* et un rameau externe, *rameau crural* ou *nerf lombo-inguinal (n. lumboinguinalis)*. Cette division du nerf génito-crural peut se faire en un point variable de son trajet.

Le rameau interne pénètre dans le canal inguinal, parcourt ce canal, innerve le muscle crémaster et se termine dans le fond des bourses. Chez la femme, il se termine dans les grandes lèvres.

Le rameau externe descend en dessous de l'arcade crurale, traverse l'aponévrose crurale et se termine à la peau de la partie supérieure et antérieure de la cuisse, FIG. 279.

Branches terminales du plexus lombaire. 1° *Nerf lombo-sacré (truncus lumbosacralis)*, FIG. 279. Le nerf lombo-sacré est formé par la branche antérieure du cinquième nerf lombaire et une partie de la branche correspondante du quatrième nerf lombaire; il descend au-devant de l'articulation sacro-iliaque, se réunit avec les branches antérieures des quatre premiers nerfs sacrés pour constituer le plexus sacré.

2° *Nerf obturateur (n. obturatorius)*, FIG. 280. Le nerf obturateur provient à la fois des deuxième, troisième et qua-

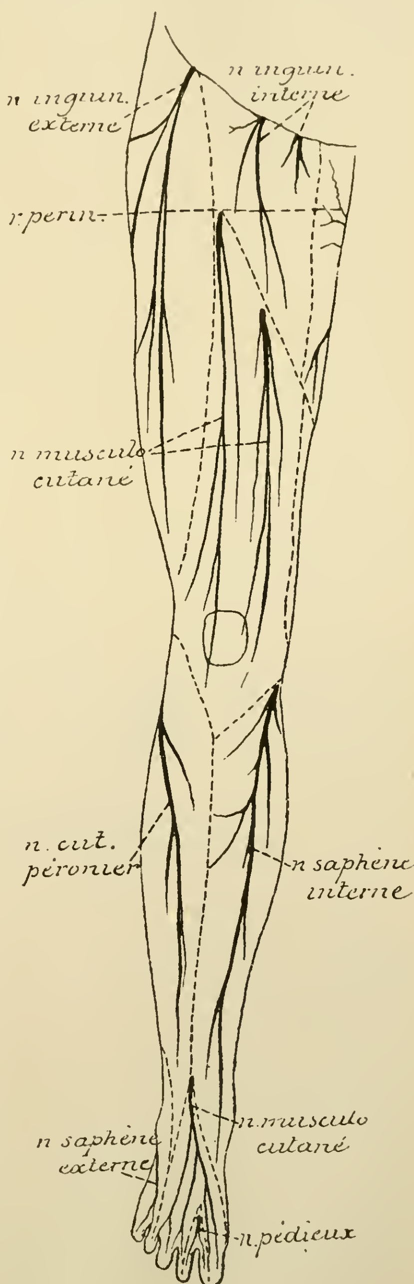


FIG. 279.
Les nerfs cutanés de la face antérieure du membre inférieure.

trième nerfs lombaires. Il descend le long du bord interne du muscle psoas, croise l'articulation sacro-iliaque, passe derrière l'artère et la veine iliaques primitives, longe ensuite la paroi externe de l'excavation pelvienne, parcourt le canal sous-pubien et se termine dans les muscles de la région interne de

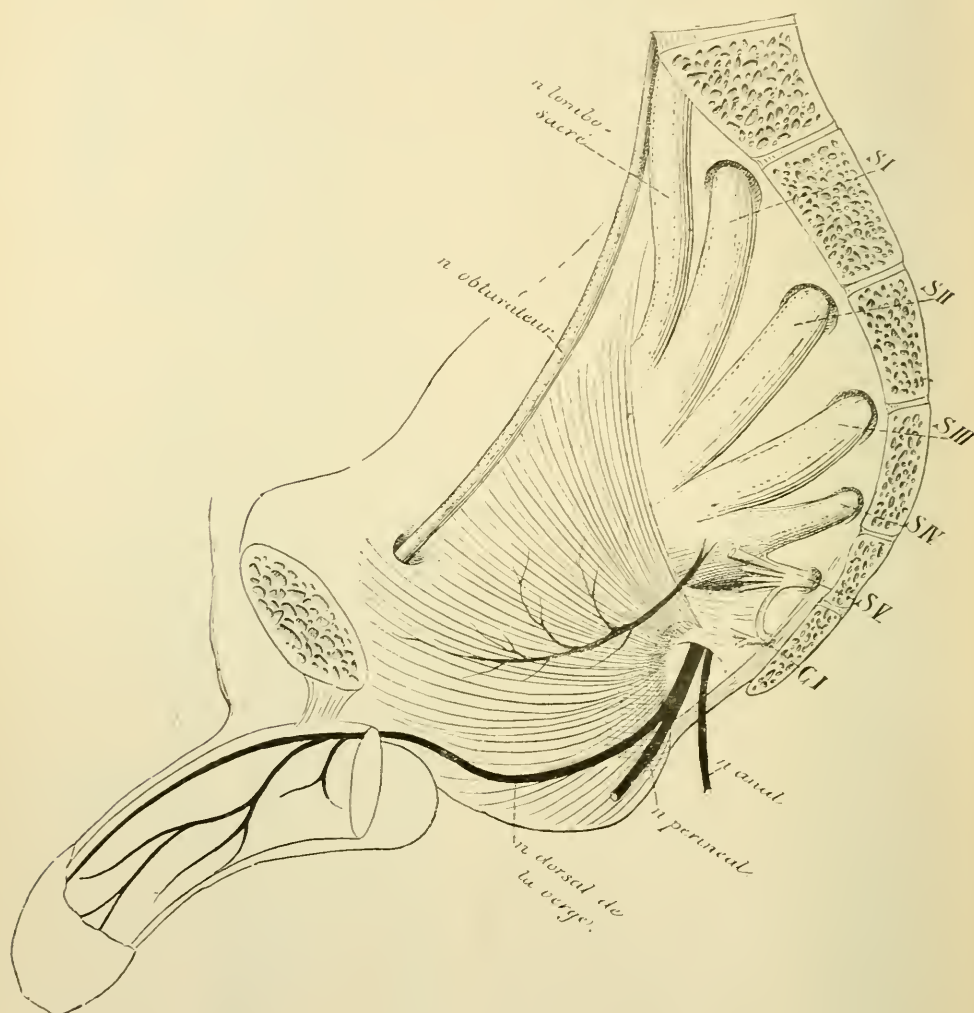


Fig. 284.

la cuisse : l'obturateur externe, le droit interne, le moyen ou long adducteur, le petit adducteur et le grand adducteur. Il fournit aussi un rameau cutané qui longe le bord interne du muscle long adducteur, s'anastomose souvent avec une branche du nerf crural et se termine dans la peau de la partie inférieure et interne de la cuisse.

3° *Nerf crural (n. femoralis).* Le nerf crural est la branche la plus volumineuse du plexus lombaire. Il reçoit ses fibres des deuxième, troisième et quatrième nerfs lombaires par trois racines qui se réunissent derrière le muscle grand psoas, FIG. 276. Il parcourt alors le sillon formé par le muscle iliaque et par le muscle psoas, séparé des vaisseaux cruraux par toute l'épaisseur de ce dernier muscle. Il sort de la cavité abdominale en passant par l'anneau crural, en arrière et en dehors des vaisseaux cruraux, entre le muscle psoas et son aponévrose. Arrivé à la face antérieure de la cuisse, le nerf crural se divise en branches terminales, FIG. 281.

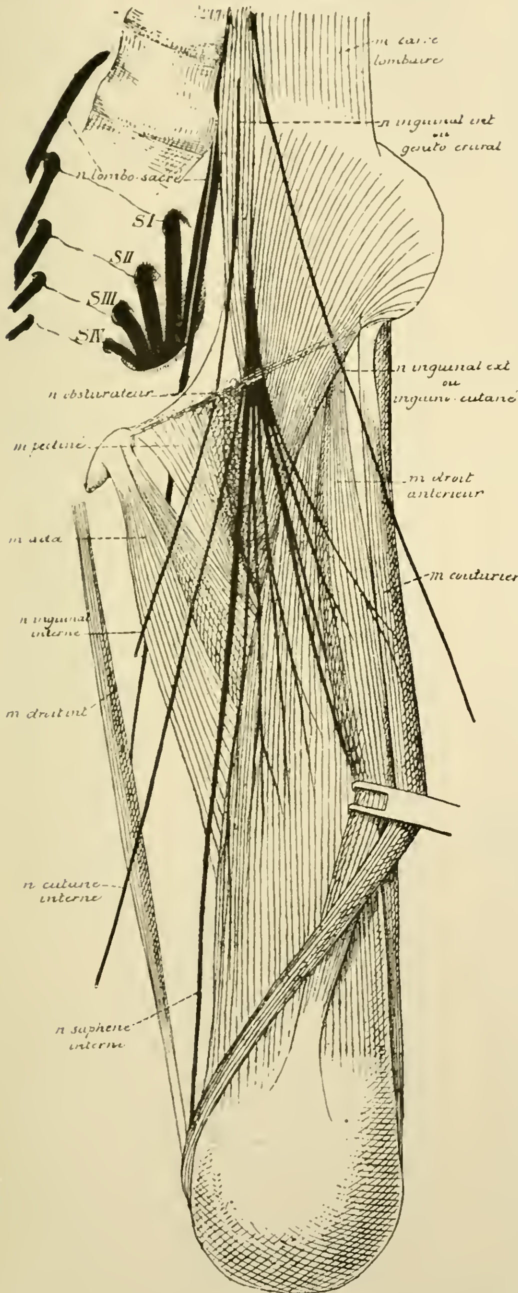


FIG. 281.

Branches collatérales. Pendant son trajet du plexus lombaire à l'arcade crurale, le nerf crural donne des branches au muscle psoas et au muscle iliaque et un filet au muscle pectiné.

Branches terminales. Les branches terminales du nerf crural sont au nombre de quatre. Elles se placent sur deux plans : un plan superficiel et un plan profond. Le plan superficiel est formé par le *nerf musculo-cutané externe* et par le *nerf cutané interne*. Le plan profond comprend le *nerf du triceps crural* et le *nerf saphène interne*.

1° *Nerf musculo-cutané externe.* Il passe entre le psoas et la partie supérieure du muscle couturier, descend le long de la face postérieure du couturier et se divise en rameaux musculaires qui innervent ce dernier muscle et en rameaux cutanés. Ceux-ci sont au nombre de deux, FIG. 282 : un *rameau perforant supérieur* qui traverse le couturier vers le point d'union de son tiers supérieur avec son tiers moyen, devient sous-cutané et peut être poursuivi jusqu'au genou ; un *rameau perforant inférieur* qui longe la face postérieure du couturier, traverse ce muscle vers sa partie moyenne ou passe simplement en dessous de lui, devient sous-cutané et descend également jusqu'au genou.

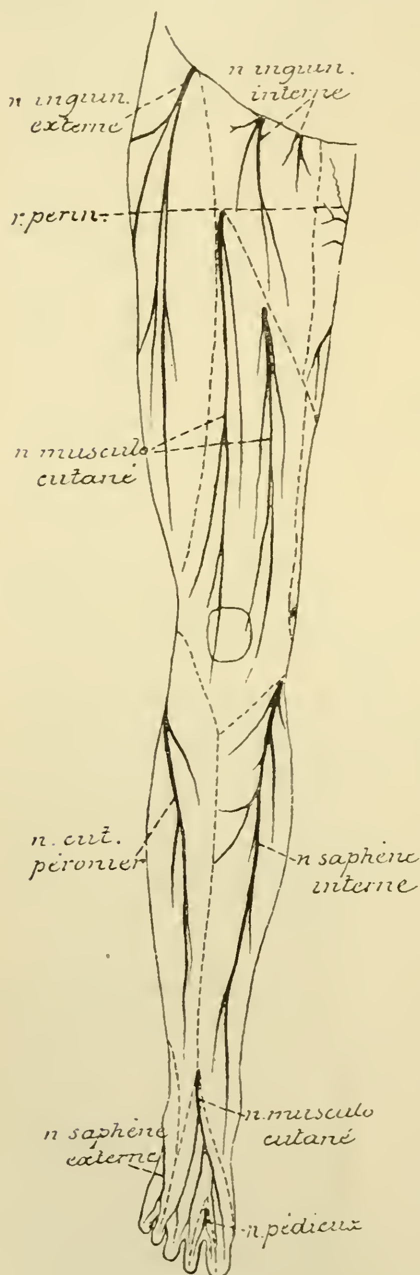


Fig. 282.
Les nerfs cutanés de la face antérieure du membre inférieure.

2° *Nerf cutané interne.* Ce nerf est souvent formé de deux ou de trois branches. La branche externe est la plus volumineuse. Elle descend le long du bord interne du muscle couturier, traverse l'aponévrose crurale vers le tiers inférieur de la cuisse et se distribue à la peau de la face interne du genou. Les autres branches, beaucoup plus grêles, traversent l'aponévrose crurale et accompagnent la veine saphène interne jusque vers le milieu de la face interne de la cuisse.

3° *Nerf du quadriceps crural.* Ce nerf appartient au plan profond des branches terminales du nerf crural. Il se divise immédiatement en plusieurs rameaux qui se rendent dans le muscle droit antérieur, le vaste externe, le vaste interne et le muscle crural.

4° *Nerf saphène interne.* Il naît de la branche profonde du nerf crural,

D'abord situé en dehors des vaisseaux cruraux, il descend en bas et en dedans, pénètre dans la gaine des vaisseaux qu'il parcourt jusque vers l'anneau du troisième adducteur. Là, il traverse la paroi antérieure de la gaine des vaisseaux, descend derrière le bord postérieur du muscle couturier jusqu'au niveau de la face interne du genou, traverse l'aponévrose et devient sous-cutané. Il accompagne alors la veine saphène interne le long de la face interne de la jambe, passe au-devant de la malléole interne et se termine le long du bord interne du pied, vers le milieu du premier métatarsien.

Dans ce long trajet ce nerf fournit :

a) Quelques rameaux cutanés à la partie inférieure de la face interne de la cuisse.

b) Un rameau articulaire à la partie interne du genou.

c) Un rameau rotulien qui se distribue à la peau recouvrant la face antérieure de la rotule.

d) Des rameaux jambiers qui donnent la sensibilité à la peau de la face antéro-interne de la jambe.

DIX-NEUVIÈME LEÇON

Les nerfs spinaux ou nerfs rachidiens.

(Suite)

Les nerfs sacrés. Plexus sacré. Plexus honteux. Plexus ischiatique : Nerf sciatique. — Le nerf coccygien. Plexus coccygien.
Localisations sensitives et motrices dans la moelle épinière.

Nerfs sacrés.

On compte cinq paires de nerf sacrés. Les quatre premières paires sortent du canal rachidien par les trous sacrés antérieurs et postérieurs du sacrum, tandis que la cinquième paire passe entre le sacrum et le coccyx. La limite inférieure de la moelle sacrée se trouve au niveau du bord inférieur du corps de la première vertèbre lombaire. Les racines de ces nerfs descendent dans le canal rachidien, parcourent toute la partie lombo-sacrée du rachis et présentent leur ganglion spinal dans le canal lui-même. Elles enveloppent le cône terminal et prennent part ainsi à la constitution de la queue de cheval, FIG. **283**. Les nerfs sacrés se divisent en branches antérieures et en branches postérieures dans le canal sacré lui-même.

Branches postérieures.

Les branches postérieures des nerfs sacrés traversent les trous sacrés postérieurs et s'anastomosent en arcades dans les gouttières sacrées, constituant ainsi un *plexus sacré postérieur*, d'où partent les *rameaux cutanés* destinés à la peau de la région sacro-coccygienne et de la partie supérieure de la région fessière.

Branches antérieures.

Les branches antérieures des quatre premiers nerfs sacrés passent par les trous sacrés antérieurs. La branche correspondante du cinquième

nerf sacré longe le côté de l'articulation sacro-coccygienne. Ces branches antérieures sont plus considérables que les branches postérieures; elles diminuent de volume de haut en bas et s'anastomosent avec les ganglions voisins du sympathique.

Les branches antérieures des quatre premiers nerfs sacrés se réunissent au nerf lombo-sacré pour constituer le *plexus sacré*, FIG. **284**. La branche antérieure du cinquième nerf sacré se réunit avec une branche correspondante du nerf coccygien pour constituer le *plexus coccygien*.

Plexus sacré. Le plexus sacré est formé par la réunion des branches antérieures des quatre premiers nerfs sacrés et du nerf lombo-sacré provenant du plexus lombaire.

Le nerf lombo-sacré lui-même provient de la branche antérieure du cinquième nerf lombaire réunie à une branche anastomotique du quatrième. Ce nerf descend dans l'excavation pelvienne au-devant de l'articulation sacro-iliaque et va se réunir aux branches antérieures des nerfs sacrés à la

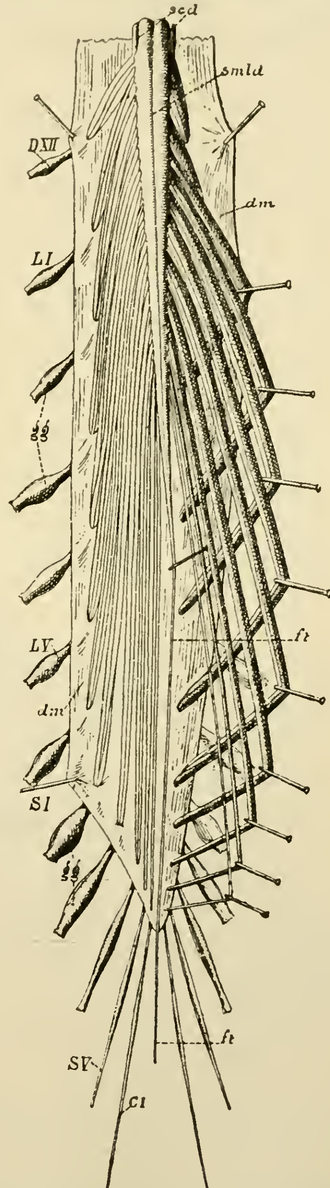


FIG. **283**.

Face dorsale de la partie inférieure de la moelle épinière avec la queue de cheval, après ouverture de la dure-mère. Gr. nat. 1/2.

DXII : Douzième nerf dorsal.
LI et *LV* : Premier et cinquième nerfs lombaires.
SI et *SV* : Premier et cinquième nerfs sacrés.
CI : Premier nerf coccygien.
ft : Filet terminal.
gg : Ganglions spinaux.
smld : Sillon médian longitudinal dorsal.
scd : Sillon collatéral dorsal.
dm : Dure-mère ouverte.

partie inférieure du grand trou sacro-sciatique. Les branches antérieures des nerfs sacrés sortent du sacrum par les trous sacrés, passent au-devant du muscle pyramidal et gagnent ainsi la partie inférieure du grand trou sacro-sciatique, où elles se réunissent au nerf lombo-sacré.

Le plexus sacré dans son ensemble a une forme triangulaire à base interne et à sommet externe. La base correspond aux trous sacrés antérieurs, le sommet à la partie inférieure du grand trou sacro-sciatique. Ce plexus repose en arrière sur le muscle pyramidal. Il est uni au plexus

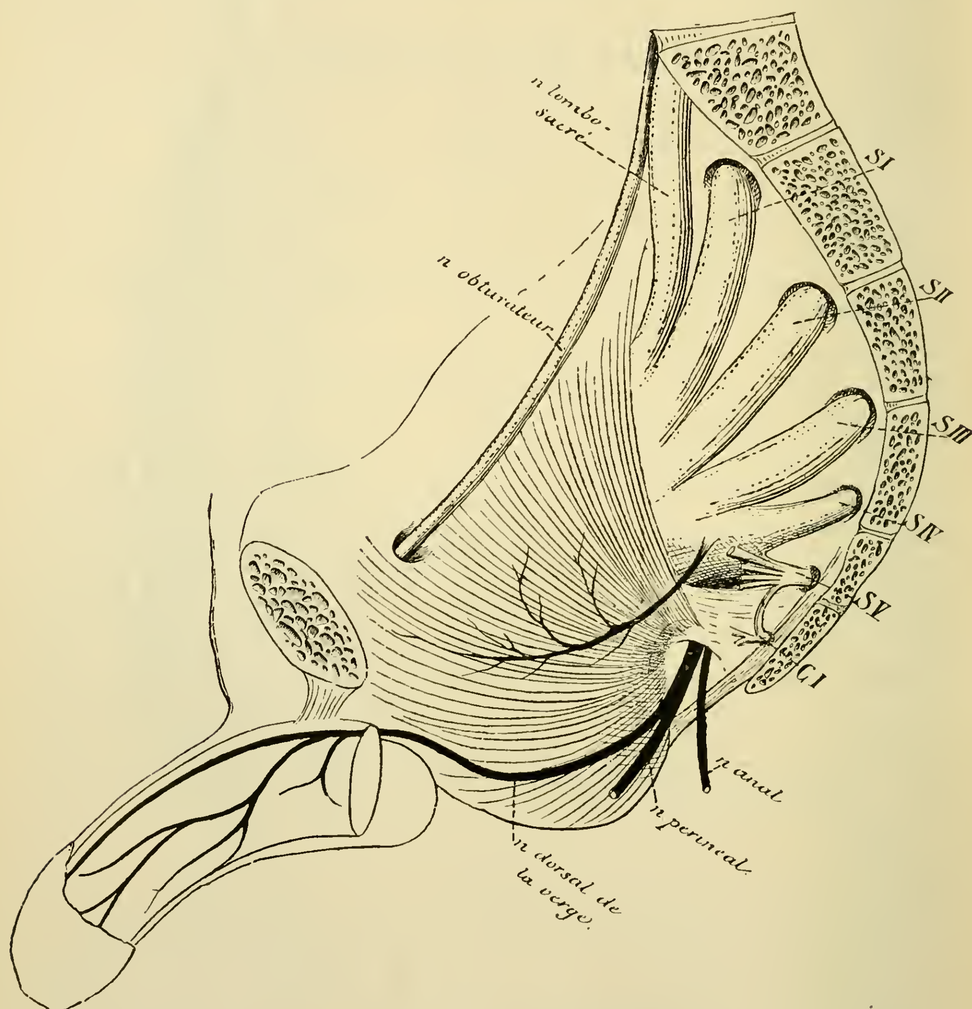


Fig. 284.

lombaire par une anse nerveuse reliant le quatrième et le cinquième nerf lombaire, et au plexus coccygien par une anse nerveuse unissant le quatrième et le cinquième nerf sacré. Il s'anastomose par des rameaux communicants avec les ganglions voisins du sympathique.

Quelques auteurs divisent ce plexus sacré en deux parties :

a) Une partie supérieure, formée par le nerf lombo-sacré et les branches antérieures des trois premiers nerfs sacrés, à laquelle ils donnent le nom de *plexus ischiatique*. Cette partie du plexus sacré fournit exclusivement les nerfs destinés au membre inférieur, pour autant que ces nerfs ne proviennent pas du plexus lombaire.

b) Une partie inférieure formée par des anastomoses entre une partie du troisième nerf sacré et toute la racine antérieure du quatrième nerf sacré : c'est le *plexus honteux*. Cette partie du plexus sacré ne fournit pas de nerfs au membre inférieur, mais simplement des branches aux viscères abdominaux et aux parois du tronc.

Cette division du plexus sacré en plexus ischiatique et plexus honteux facilite considérablement la description des branches collatérales et terminales qui en proviennent; c'est pour ce motif que nous l'adoptons.

Plexus honteux (plexus pudendus). Le plexus honteux donne un grand nombre de branches collatérales et terminales que l'on peut diviser en deux groupes : les nerfs destinés aux parois de la partie inférieure du tronc, ou *nerfs pariétaux*, et les nerfs destinés aux viscères de l'excavation pelvienne, ou *nerfs viscéraux*.

Nerfs pariétaux. Il existe quatre nerfs pariétaux : le *nerf honteux commun*, le *nerf du muscle releveur de l'anus*, le *nerf du muscle coccygien* et le *nerf du muscle obturateur interne.*

1° *Nerf honteux commun (n. pudendus).* C'est la branche la plus volumineuse de toutes celles qui naissent du plexus honteux. Elle sort du bassin par le grand trou sacro-sciatique en passant sous le bord inférieur du muscle pyramidal avec le nerf fessier inférieur et le grand nerf sciatique. Elle s'applique alors à la surface externe de l'épine sciatique, passe par le petit trou sacro-sciatique et arrive ainsi sur la face interne de la tubérosité ischiatique, qui constitue la paroi externe de l'excavation ischio-rectale.

Au moment où ce nerf sort par le grand trou sacro-sciatique, il se divise en trois branches terminales, FIG. 284.

a) Le nerf anal ou *nerf hémorrhoïdal.* Il passe par le petit trou sacro-sciatique, traverse l'excavation ischio-rectale et va se terminer dans le muscle constricteur de l'anus et dans la peau qui recouvre ce muscle.

b) Le nerf périnéal. Arrivé sur la face interne de la tubérosité ischiatique, il se subdivise en deux branches :

Le *rameau superficiel* ou *rameau cutané.* Il se porte en avant et en dedans, entre l'aponévrose périnéale superficielle et le fascia superficialis,

et se distribue à la peau de la région antérieure du périnée et à la peau des bourses *(nn. scrotales posteriores)* ou des grandes lèvres *(nn. labiales posteriores).*

Le *rameau profond* ou *rameau musculaire* passe au-dessus du muscle transverse superficiel du périnée et s'épanouit en filets destinés aux muscles voisins : le transverse superficiel du périnée, le bulbo-caverneux, l'ischio-caverneux et la partie antérieure du constricteur de l'anus. Un filet de ce nerf accompagne l'artère transverse du bulbe de l'urèthre et se distribue à la muqueuse du canal de l'urèthre.

c) Le *nerf dorsal de la verge* ou *du clitoris, nerf pénien* ou *clitoridien.* Il monte le long de la face interne de la branche ischio-pubienne jusqu'en dessous de la symphyse pubienne en émettant des branches d'innervation destinées au muscle transverse profond, perfore le ligament sous-pubien, longe le ligament suspenseur de la verge ou du clitoris et gagne ainsi le dos de la verge ou du clitoris qu'il parcourt d'arrière en avant, en donnant des branches collatérales à la peau et des branches terminales à la muqueuse du gland.

2° *Le nerf du muscle releveur de l'anus.*

3° *Le nerf du muscle obturateur interne.*

4° *Le nerf du muscle coccygien.* Ces trois derniers nerfs se rendent directement dans les muscles correspondants.

Nerfs viscéraux. Ces nerfs sont grêles et assez nombreux. Ils naissent du troisième et du quatrième nerf sacré dans l'intérieur même du petit bassin, se dirigent en avant sur les parties latérales du rectum et du bas-fond de la vessie, où ils se réunissent avec les filets du sympathique pour constituer le plexus hypogastrique.

Plexus ischiatique. Le plexus ischiatique émet trois branches collatérales et une branche terminale.

Branches collatérales. 1° Les rameaux du muscle pyramidal, des muscles jumeau supérieur, jumeau inférieur et carré de la cuisse.

2° *Le nerf fessier supérieur (n. glutœus superior).* Il provient du sommet du plexus ischiatique, en dedans de l'excavation pelvienne. Il sort par le grand trou sacro-sciatique au-dessus du muscle pyramidal, arrive dans la région fessière et donne des branches d'innervation au muscle moyen fessier, au muscle petit fessier et au tenseur du fascia lata, FIG. 285.

3° *Le nerf fessier inférieur* ou *nerf petit sciatique.* Il sort du bassin par

le grand trou sacro-sciatique en passant au-dessous du muscle pyramidal, descend dans la région fessière derrière le grand nerf sciatique, au-devant de la partie inférieure du muscle grand fessier, entre le grand trochanter

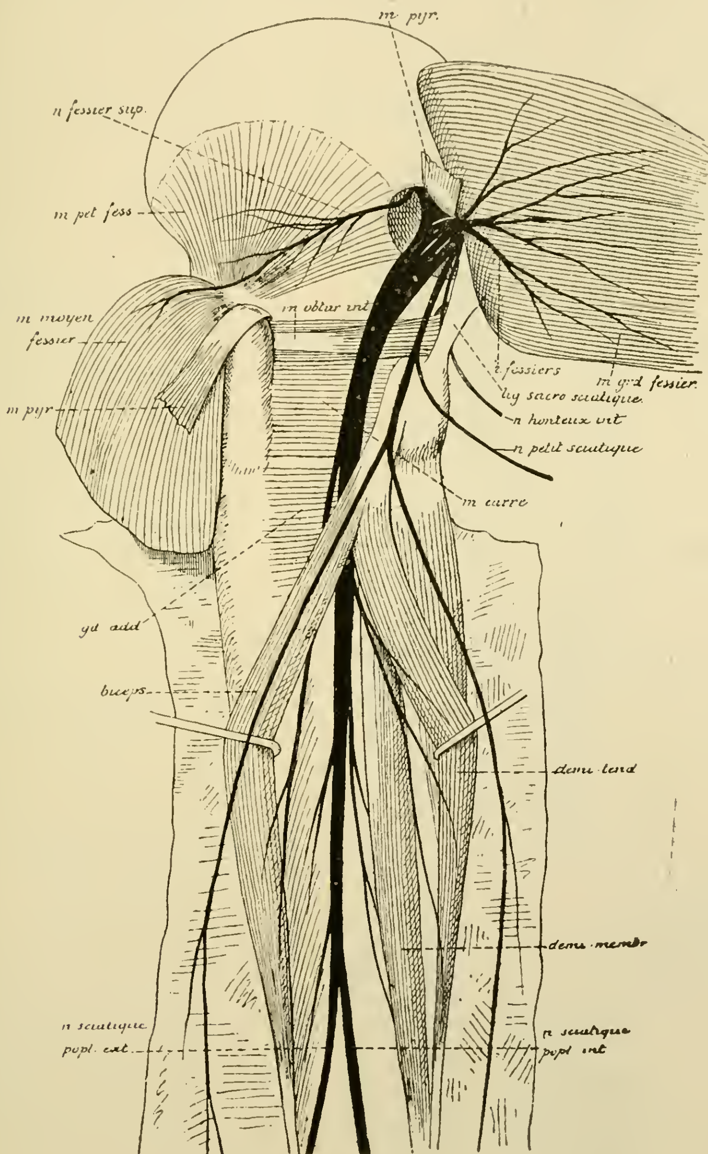


FIG. 285.

et la tubérosité ischiatique. Il donne des filets d'innervation au muscle grand fessier *(nerf fessier inférieur, n. glutæus inferior)* et, arrivé au bord

inférieur de ce muscle, il prend le nom de *nerf cutané postérieur de la cuisse (n. cutaneus femoris posterior)*. Celui-ci descend sous l'aponévrose de la cuisse jusque vers le milieu de cette région, traverse alors l'aponévrose et s'étend par ses branches terminales jusqu'à la partie inférieure du creux poplité, FIG. 286. Dans ce trajet il émet, au bord inférieur du grand fessier, des *rameaux récurrents* qui portent la sensibilité à la peau de la partie inférieure de la région fessière; un *rameau périnéal* qui donne la sensibilité à la partie supérieure de la face interne de la cuisse et à la partie externe du périnée, et se termine dans la peau du scrotum chez l'homme, dans celle de la grande lèvre chez la femme.

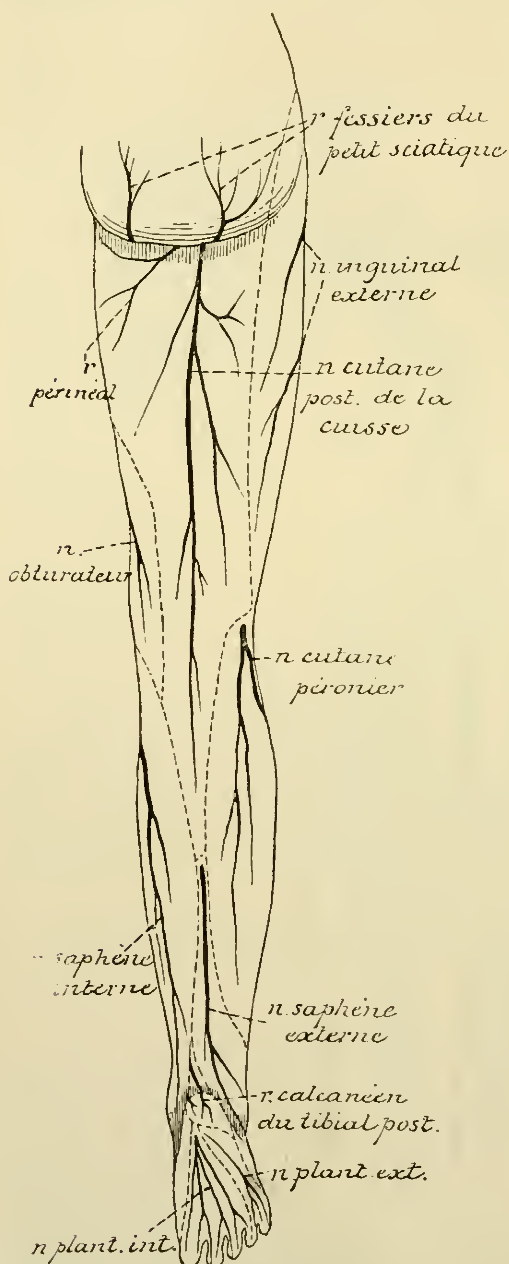


Fig. 286.

Branches terminales. Le plexus ischiatique n'émet qu'une seule branche terminale. C'est le *grand nerf sciatique* (*n. ischiaticus*).

Le grand nerf sciatique doit être considéré comme la continuation directe du plexus ischiatique. Ses fibres constitutives proviennent à la fois du nerf lombo-sacré et des branches antérieures des trois premiers nerfs sacrés. Il sort du bassin par la partie inférieure du grand trou sacro-sciatique en passant au-dessous du

bord inférieur du muscle pyramidal. Il descend entre le grand trochanter et la tubérosité de l'ischion, derrière le muscle obturateur interne, les jumeaux pelviens et le muscle carré de la cuisse, au-devant de la partie inférieure du muscle grand fessier. Il pénètre dans la région postérieure de la cuisse au-devant des muscles de cette région qui s'insèrent à l'ischion, descend le long de la face postérieure du grand adducteur, se place plus bas entre le biceps et les muscles demi-tendineux et demi-membraneux et, arrivé à la partie supérieure du creux poplité, il se divise en deux branches terminales : le *nerf sciatique poplité externe* ou *nerf péronier* et le *nerf sciatique poplité interne* ou *nerf tibial*, FIG. 285 et 287.

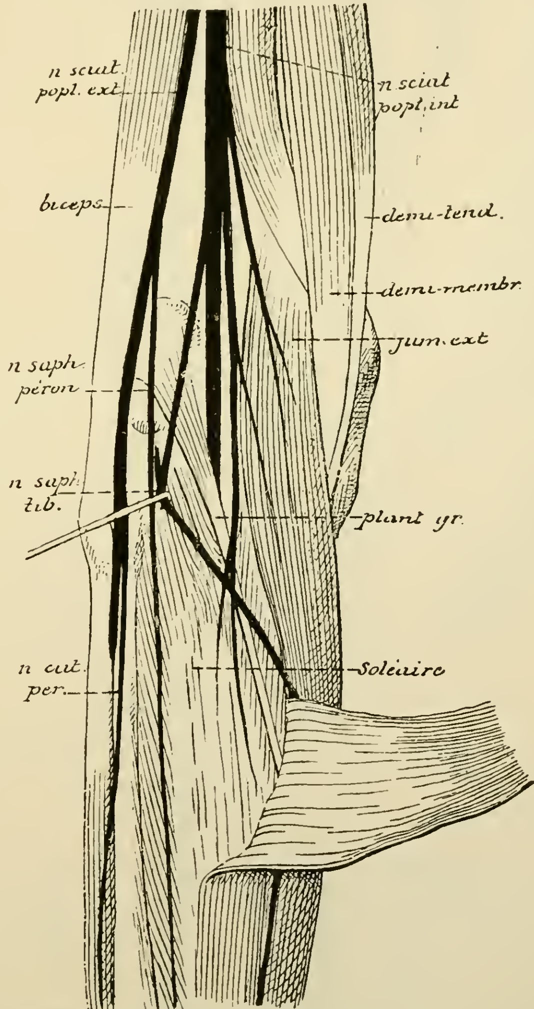


FIG. 287.

Branches collatérales. Pendant son trajet depuis le grand trou sacro-sciatique jusque dans le creux poplité, le nerf sciatique fournit un grand nombre de branches collatérales :

a) Des rameaux articulaires à l'articulation coxo-fémorale.

b) Des rameaux musculaires pour les deux portions du biceps fémoral, le demi-membraneux, le demi-tendineux et le troisième adducteur.

c) Des rameaux articulaires pour l'articulation du genou.

Branches terminales.

I. Nerf sciatique poplité externe ou *nerf péronier commun (n. peronaeus communis).* C'est la branche de bifurcation externe du nerf sciatique. Ce nerf

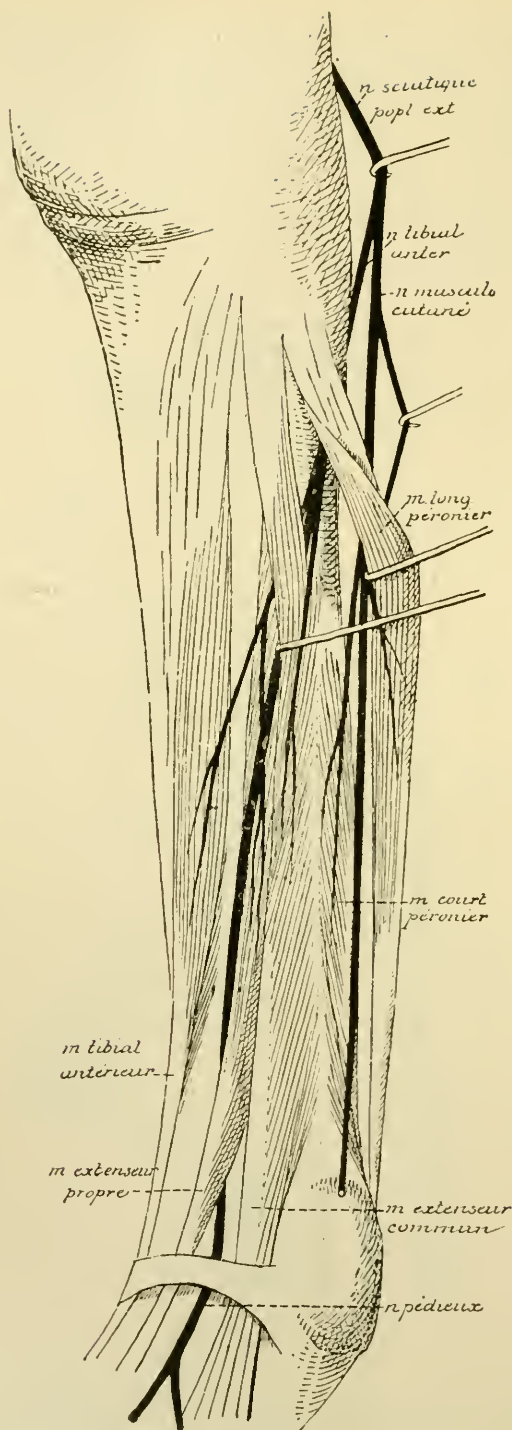


Fig. 288.

descend obliquement en bas et en dehors, en longeant le bord interne du tendon du biceps crural, fig. 287. Il croise le condyle externe du fémur et l'insertion supérieure du muscle jumeau externe, passe derrière la tête du péroné, contourne la face externe du col de cet os, étant situé entre ce col et le muscle long péronier latéral, arrive dans la région antéro-externe de la jambe et se divise en deux branches terminales : le *nerf musculo-cutané* ou *nerf péronier superficiel (n. peronaeus superficialis)* et le *nerf tibial antérieur* ou *nerf péronier profond (n. peronaeus profundus).*

Au cours de ce trajet, le nerf péronier commun a fourni des branches collatérales :

a) Des rameaux articulaires au genou.

b) Le nerf saphène péronier ou *rameau anastomotique péronier (ramus anastomoticus peronaeus).* Il naît dans le creux du jarret, se dirige en bas et en dedans sur la face postérieure du jumeau externe, traverse l'aponévrose et se réunit au *nerf saphène tibial* pour constituer le *nerf saphène externe.*

c) Le nerf cutané péronier ou *nerf cutané latéral du*

mollet (n. cutaneus surae lateralis). Il provient soit directement du nerf péronier, soit d'un tronc commun avec le nerf saphène péronier. Il traverse bientôt l'aponévrose jambière et se distribue à la peau qui recouvre la face externe de la jambe.

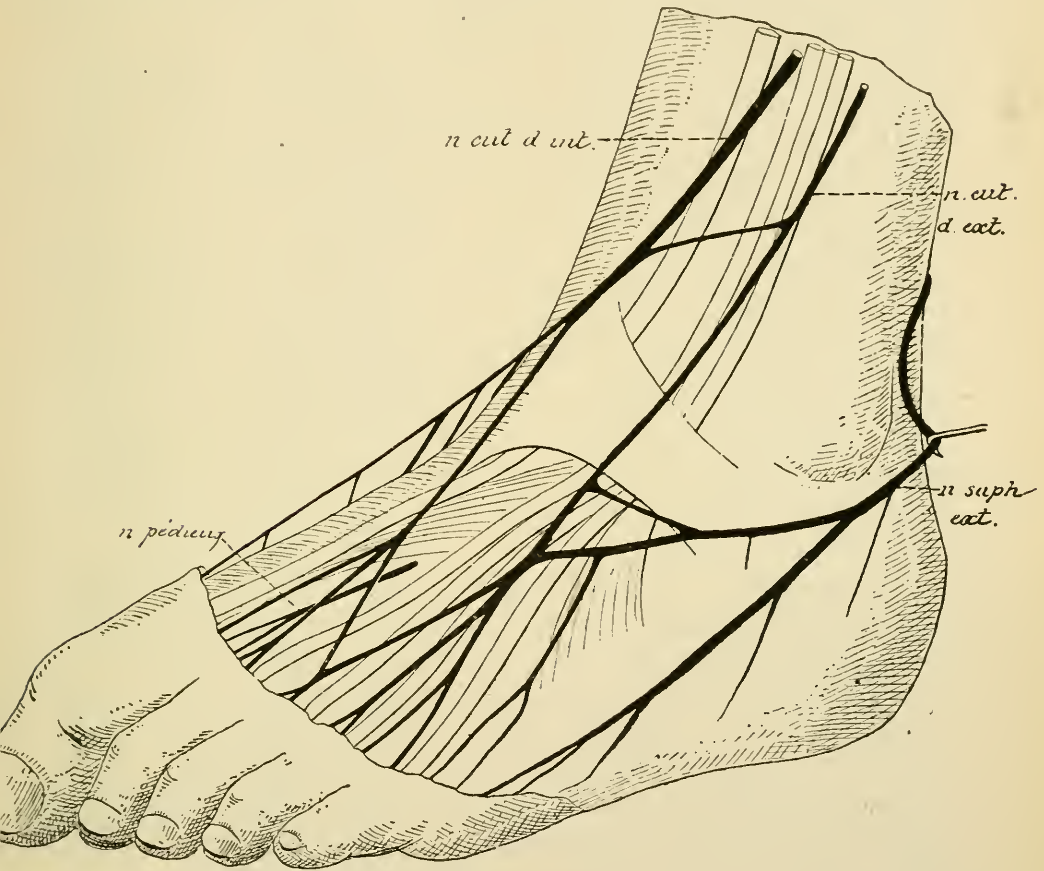


Fig. 289.

Nerf musculo-cutané ou *nerf péronier superficiel.* Il traverse le muscle long péronier latéral, puis descend entre ce muscle et le court péronier, fig. 288; il fournit des branches aux deux muscles péroniers. Il traverse l'aponévrose jambière vers le tiers inférieur de la région antérieure de la jambe entre le muscle long péronier latéral et le muscle extenseur commun des orteils et se divise en deux branches qui se distribuent à la peau de la face dorsale du pied, fig. 289.

La branche interne, *nerf cutané dorsal interne du pied (n. cutaneus dorsalis medialis)*, est la plus volumineuse. Elle se divise encore et se subdi-

vise et va porter la sensibilité à la moitié interne du dos du pied et à la face dorsale des deux premiers orteils et de la partie interne du troisième orteil.

La branche externe, *nerf cutané dorsal externe du pied (n. cutaneus dorsalis intermedius)*, donne la sensibilité à la peau de la moitié externe du dos du pied; elle se divise et se subdivise, s'anastomose avec le nerf cutané dorsal interne en dedans, avec le nerf saphène externe en dehors et va fournir les nerfs collatéraux dorsaux *(nn. digitales dorsales pedis)* externe du troisième, interne et externe du quatrième et interne du cinquième orteil. Ce nerf cutané dorsal externe est très variable d'individu à individu. Il est souvent remplacé totalement par le nerf saphène externe.

Nerf tibial antérieur ou *nerf péronier profond.* Il perfore le muscle long péronier latéral et le muscle long extenseur commun des orteils, arrive ainsi sur la face antérieure du ligament interosseux le long de laquelle il descend, étant situé d'abord entre le muscle tibial antérieur et l'extenseur commun des orteils, puis entre le muscle tibial et l'extenseur propre du gros orteil. Il passe alors avec l'artère tibiale antérieure sous le ligament annulaire dorsal du tarse, où il est croisé par le tendon de l'extenseur propre du gros orteil, et arrive ainsi sur le dos du pied, où il prend le nom de *nerf pédieux.*

En descendant le long du ligament interosseux, le nerf tibial antérieur fournit des branches au muscle tibial antérieur, à l'extenseur propre du gros orteil et à l'extenseur commun des orteils.

Le *nerf pédieux* longe le côté interne de l'artère pédieuse et se divise en deux rameaux. Le rameau interne s'étend jusqu'au premier espace interosseux qu'il parcourt d'arrière en avant pour aller s'anastomoser avec les branches terminales du nerf cutané dorsal interne. Il fournit aussi des rameaux à l'articulation métatarso-phalangienne du premier et du deuxième orteil. Le rameau externe se dirige en dehors, passe en-dessous du muscle pédieux et donne des filets nerveux :

a) à la face profonde de ce dernier muscle, filets moteurs qui innervent ce muscle;

b) aux trois derniers espaces interosseux, filets sensitifs destinés aux articulations métatarso-phalangiennes correspondantes.

II. Nerf sciatique poplité interne ou *nerf tibial (n. tibialis).* C'est la branche de division interne du grand nerf sciatique. Elle provient de ce dernier nerf à la partie supérieure du creux poplité, traverse ce creux de haut en bas, étant situé en dessous de l'aponévrose, en arrière et un peu en dehors des

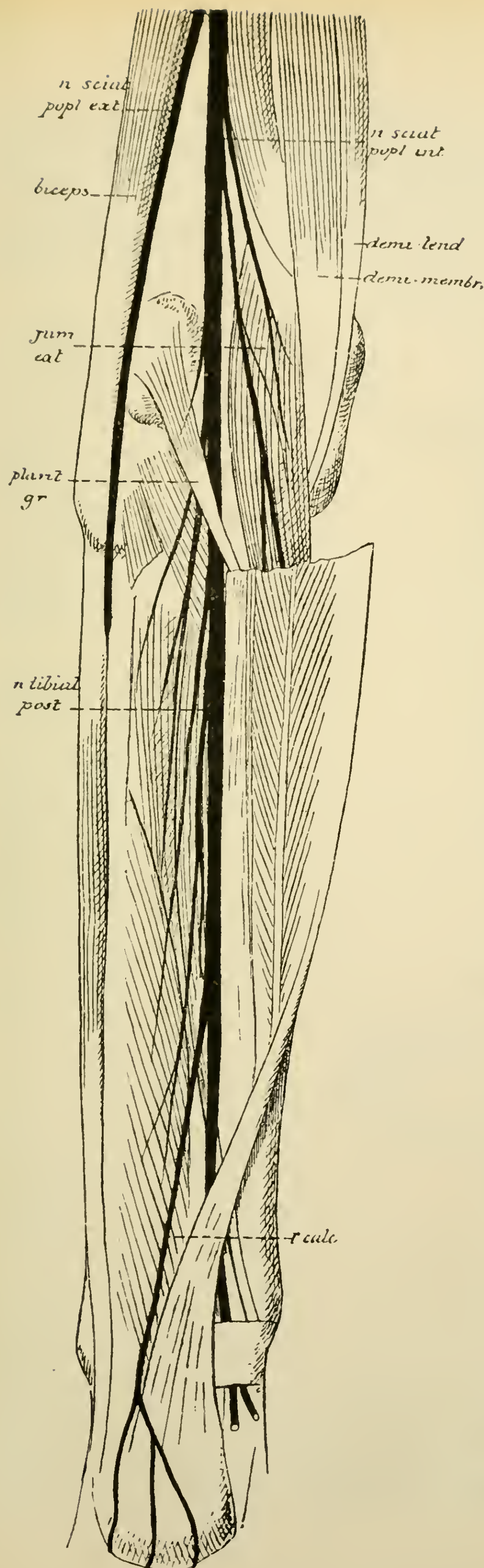


Fig. 290.

vaisseaux poplités. Ce nerf pénètre dans la région postérieure de la jambe en passant sous l'anneau aponévrotique du muscle soléaire. Il parcourt cette région postérieure étant placé entre le plan musculaire superficiel et le plan musculaire profond, appliqué contre ce plan profond par le feuillet correspondant de l'aponévrose jambière et accompagné par l'artère tibiale postérieure qui est située un peu en dedans. Il arrive ainsi avec l'artère tibiale postérieure jusqu'au niveau de l'articulation tibio-tarsienne. Là, il est situé sur la face interne du pied, entre la malléole interne et la face interne du calcanéum, et se divise, en arrière de la malléole interne, en deux branches terminales : le *nerf plantaire interne* et le *nerf plantaire externe*, FIG. **290**.

Branches collatérales. Pendant son trajet depuis la partie supérieure du creux poplité jusqu'à la plante du pied, le nerf sciatique poplité interne fournit un grand nombre de branches collatérales musculaires, articulaires et cutanées.

Les *branches musculaires* qui naissent à la partie inférieure du creux poplité innervent les muscles jumeaux, le plantaire grêle, le soléaire et le poplité. Celles qui pro-

viennent du nerf tibial postérieur pendant son trajet entre les deux plans musculaires de la région postérieure de la jambe sont destinées aux muscles tibial postérieur, long fléchisseur commun des orteils et long fléchisseur propre du gros orteil. Le nerf tibial postérieur fournit souvent une branche qui traverse la partie supérieure du ligament interosseux pour se rendre dans le muscle tibial antérieur.

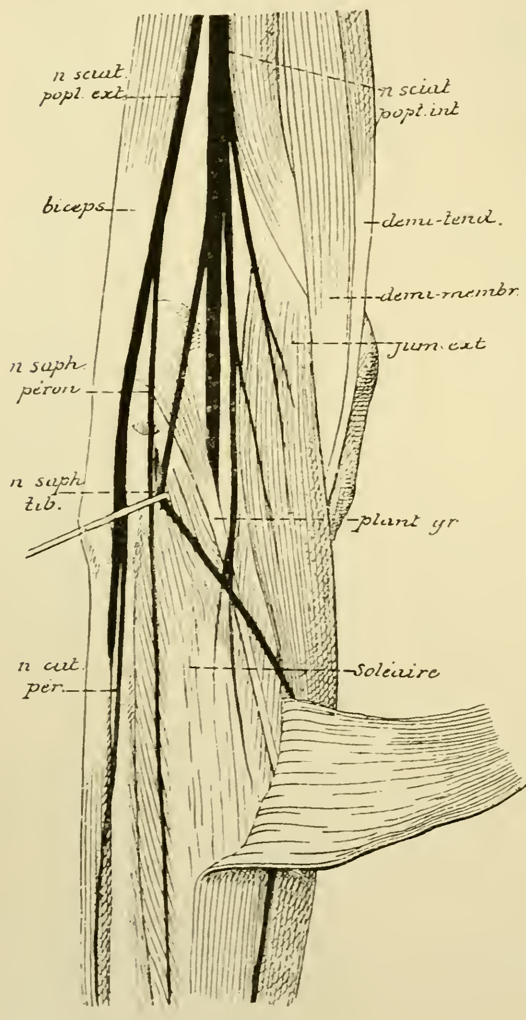


Fig. 291.

Les *branches articulaires* sont destinées au ligament postérieur de l'articulation du genou.

Les *branches cutanées* sont le *nerf saphène tibial*, branche d'origine du *nerf saphène externe*, et les *rameaux cutanés plantaires*.

Le *nerf saphène tibial (n. cutaneus surae medialis)* provient du nerf sciatique poplité interne vers la partie moyenne du creux poplité, fig. **291**. Il descend verticalement sur la face externe du plan musculaire superficiel le long de la ligne de réunion des deux muscles jumeaux. Il s'anastomose avec le *nerf saphène péronier* vers le milieu de la jambe et prend le nom de *nerf saphène externe*. Il traverse alors l'aponévrose jambière, fig. **286**, accompagne la veine saphène externe le long du côté externe du tendon d'Achille, passe avec cette veine derrière la malléole externe, donne des rameaux à la peau qui recouvre cette malléole et la face externe du calcanéum. Il longe alors le bord externe

du pied, FIG. **289**, s'anastomose avec le cutané dorsal externe et s'étend à toute la longueur de ce bord externe jusqu'à l'extrémité du petit orteil.

Quand le nerf cutané dorsal externe est peu développé le nerf saphène externe peut le suppléer. Il se distribue alors à toute la moitié externe de la face dorsale du pied.

Les *rameaux cutanés plantaires (rami calcanei mediales)* se distribuent à la peau de la face interne du calcanéum et de la partie postérieure de la plante du pied.

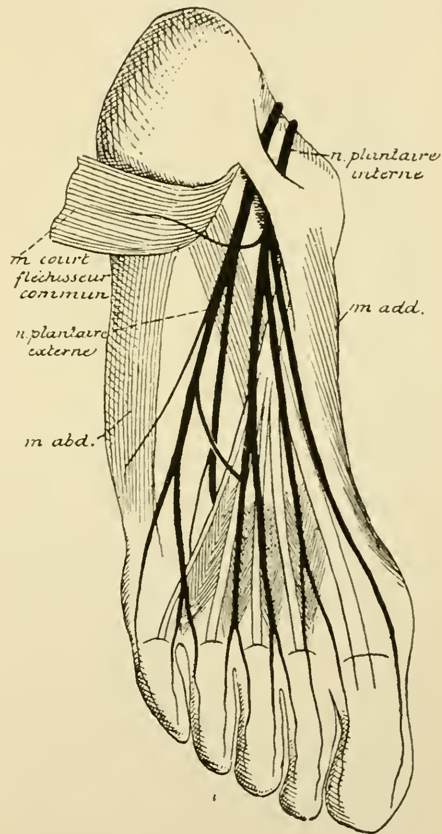


FIG. **292**.

Branches terminales. 1° *Nerf plantaire interne (n. plantaris medialis)*, FIG. **292**. Le nerf plantaire interne est la plus volumineuse des deux branches terminales du nerf tibial postérieur. Il se dirige directement en avant, situé d'abord au-dessus de l'extrémité postérieure du muscle adducteur du gros orteil, puis entre les muscles de la région plantaire interne et ceux de la région plantaire moyenne, et se divise en branches terminales au niveau de la région métatarsienne.

Pendant ce trajet, il fournit des *branches cutanées* à la partie interne de la plante du pied et des *branches musculaires* à l'adducteur du gros orteil, au court fléchisseur commun des orteils et à l'accessoire du long fléchisseur.

Les branches terminales, *nerfs digitaux plantaires communs (nn. digitales plantares communes)* sont au nombre de quatre. L'interne, la plus volumineuse, naît tout près de l'extrémité proximale du premier métatarsien; elle longe le bord externe du muscle adducteur du gros orteil, en donnant de petites branches cutanées au bord interne du pied et un filet d'innervation au muscle court fléchisseur propre du pouce, et se termine en formant le *nerf collatéral plantaire interne du gros orteil.*

Les trois autres branches proviennent du nerf plantaire interne au niveau de la partie moyenne du deuxième métatarsien. Elles parcourent d'arrière en avant les trois premiers espaces interosseux et se subdivisent encore en deux branches qui vont devenir les *nerfs collatéraux plantaires internes* du *deuxième*, du *troisième* et du *quatrième orteil*, et les *nerfs collatéraux plantaires externes* du *premier*, du *deuxième* et du *troisième orteil* *(nn. digitales plantares proprii)*.

2° *Nerf plantaire externe (n. plantaris lateralis)*. Il se dirige obliquement à la plante du pied en avant et en dehors, en passant entre le muscle accessoire du long fléchisseur et le muscle court fléchisseur commun des orteils. Arrivé entre les muscles de la région plantaire externe et ceux de la région plantaire moyenne, il se divise en une branche superficielle et une branche profonde. Pendant ce trajet il envoie des filets au muscle abducteur du petit orteil et à la partie externe du muscle accessoire.

La *branche superficielle (ramus superficialis)* s'anastomose avec la branche la plus externe du nerf plantaire interne, envoie des filets aux deux muscles lombricaux externes, puis se divise en deux rameaux qui vont fournir le *nerf collatéral plantaire externe du quatrième orteil* et les *nerfs collatéraux plantaires interne* et *externe du cinquième*.

La *branche profonde (ramus profundus)* passe obliquement en dedans, entre le muscle abducteur oblique du gros orteil et les muscles interosseux plantaires, décrivant ainsi une courbe à convexité antérieure. De cette courbe partent les filets d'innervation pour tous les muscles interosseux plantaires et dorsaux, les muscles lombricaux internes, le muscle court fléchisseur du cinquième orteil et l'abducteur transverse du gros orteil. Cette branche profonde se termine elle-même dans le muscle abducteur oblique du premier orteil.

Les nerfs collatéraux plantaires et dorsaux des orteils se comportent comme les nerfs correspondants des doigts, avec cette différence que les nerfs dorsaux innervent presque toute la face dorsale des orteils. Chaque nerf collatéral plantaire n'envoie à la face dorsale qu'un petit rameau sous-unguéal.

Nerf coccygien.

On ne décrit généralement qu'un seul nerf coccygien *(n. coccygeus)*. Il provient de la partie inférieure du cône médullaire au niveau du corps de la deuxième vertèbre lombaire, traverse les parties lombaire, sacrée

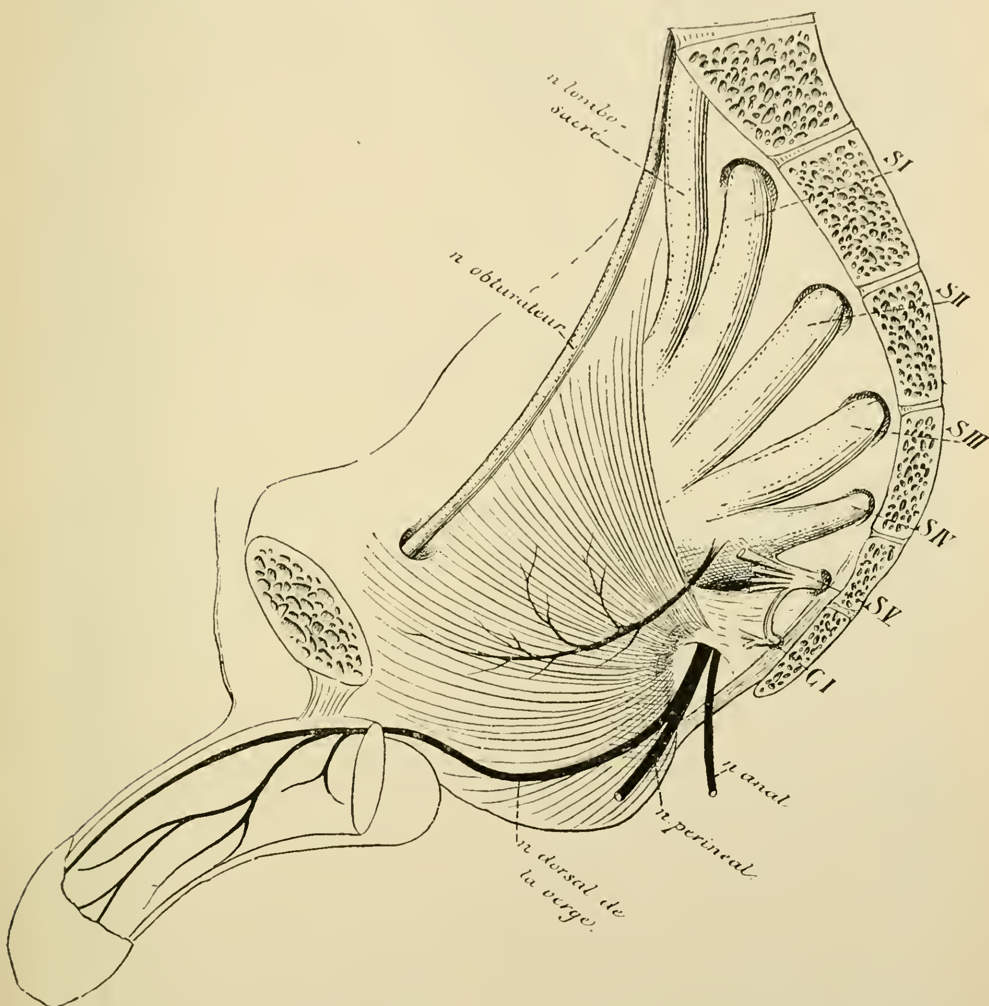


Fig. 293.

et coccygienne du rachis, étant placé de chaque côté du filet terminal, et se divise à la partie inférieure du canal rachidien en une branche antérieure et une branche postérieure.

Vous savez que, d'après les recherches de Rauber, il existerait encore, dans le filet terminal, deux autres nerfs coccygiens plus ou moins déve-

loppés, pourvus chacun d'un petit ganglion spinal. Mais on ne connaît pas leur distribution périphérique.

Branche postérieure.

La branche postérieure du nerf coccygien sort du canal rachidien en traversant la partie latérale du ligament sacro-coccygien postérieur et superficiel. Elle s'anastomose avec les branches postérieures des nerfs sacrés en prenant part à la constitution du *plexus sacré postérieur* et se distribue à la peau de la région coccygienne.

Branche antérieure.

La branche antérieure du nerf coccygien sort du canal rachidien au niveau de la réunion des deux premières vertèbres coccygiennes. Elle est reliée par une anse nerveuse à la branche antérieure du cinquième nerf sacré, avec laquelle elle constitue le *plexus sacro-coccygien* ou *plexus coccygien*.

Plexus coccygien. Le plexus coccygien est donc constitué par l'anastomose qui relie le cinquième nerf sacré au nerf coccygien, FIG. 292. Il est relié au plexus sacré par l'anse nerveuse unissant le quatrième au cinquième nerf sacré. Il est uni également à la partie inférieure de la chaine ganglionnaire du sympathique par quelques rameaux communicants.

Du plexus coccygien partent quelques filets nerveux très grêles qui se rendent dans le plexus hypogastrique du sympathique, puis un filet assez volumineux, le nerf *ano-coccygien (nn. anococcygei)* (SCHWALBE), destiné en partie au muscle coccygien, en partie à la peau qui s'étend entre la pointe du coccyx et l'anus.

Localisations sensitives et motrices dans la moelle épinière.

En étudiant, dans les leçons qui précèdent, la distribution des fibres périphériques, soit sensitives, soit motrices, nous n'avons considéré les nerfs qu'au sortir des plexus. Nous avons vu, par exemple, que le nerf musculo-cutané provient du tronc antéro-externe du plexus brachial, qu'il innerve les muscles caraco-brachial, biceps et brachial antérieur et qu'il donne la sensibilité à la peau qui recouvre la région antéro-externe de l'avant-bras, mais à cause de l'échange de fibres nerveuses qui se fait entre les branches d'origine de ce plexus brachial, nous ignorons complètement de quelles *racines spinales* proviennent les fibres nerveuses qui entrent dans la constitution de ce nerf musculo-cutané. Il en est de même pour chacune des branches terminales du plexus cervical, brachial, lombaire et sacré. L'étude que nous avons faite jusqu'ici est importante, au point de vue clinique, parce que si la lésion nerveuse siège sur le nerf périphérique, au-delà du plexus, les troubles survenus dans la sensibilité et dans la motilité peuvent nous faire connaître le nerf lésé.

Mais cette étude est incomplète, parce qu'elle ne nous fournit aucun élément de diagnostic quand la lésion siège en-deçà du plexus, c'est-à-dire sur les racines antérieures et postérieures des nerfs spinaux. Cette relation entre les racines des nerfs spinaux et les organes périphériques auxquels ces nerfs sont destinés constitue ce que l'on désigne sous le nom de *localisations sensitives et motrices radiculaires et médullaires*. Elle a été étudiée principalement par Sherrington au moyen de recherches expérimentales sur les animaux et par Thorburn au moyen d'observations cliniques.

Ces travaux des savants anglais ont été résumés tout récemment par Marinesco dnns la *Semaine Médicale*. Nous empruntons à ce travail les données qui vont suivre.

Localisations sensitives radiculaires.

Dans ses nombreuses recherches expérimentales, Sherrington a d'abord découvert ce fait étrange, c'est que la section d'une seule racine postérieure ne détermine pas d'anesthésie. Pour produire des troubles manifestes de la sensibilité, il faut au moins couper deux et même trois racines postérieures. La conclusion qui résulte de ce fait expérimental c'est que chaque région de la peau doit recevoir ses fibres sensitives de plus d'une racine postérieure.

Pour déterminer exactement la région de la surface cutanée en rapport avec une racine postérieure donnée, Sherrington a eu recours au procédé suivant qu'il désigne sous le nom de *procédé de la sensibilité persistante* : Supposons qu'il s'agisse de rechercher la distribution périphérique des fibres de la racine postérieure du quatrième nerf dorsal. Sherrington sectionne alors les racines postérieures

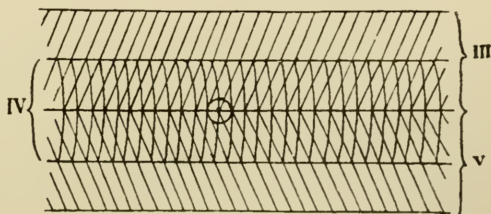


Fig. 294.
Schéma du mode d'innervation de la peau (d'après Sherrington).

du troisième et du deuxième nerf dorsal, ainsi que les racines postérieures du cinquième et du sixième nerf dorsal et cherche à délimiter la région cutanée où la sensibilité est restée intacte entre les deux régions complètement anesthésiées, FIG. **294**, IV.

Il recherche alors, sur un autre animal et de la même façon, la région de distribution des fibres de la racine postérieure du troisième nerf dorsal, en sectionnant les racines postérieures voisines, puis la région innervée par les fibres de la racine postérieure du cinquième nerf dorsal et il arrive à cette conclusion, nettement représentée dans la FIG. **294**, c'est que chaque partie de la peau reçoit ses fibres sensitives d'au

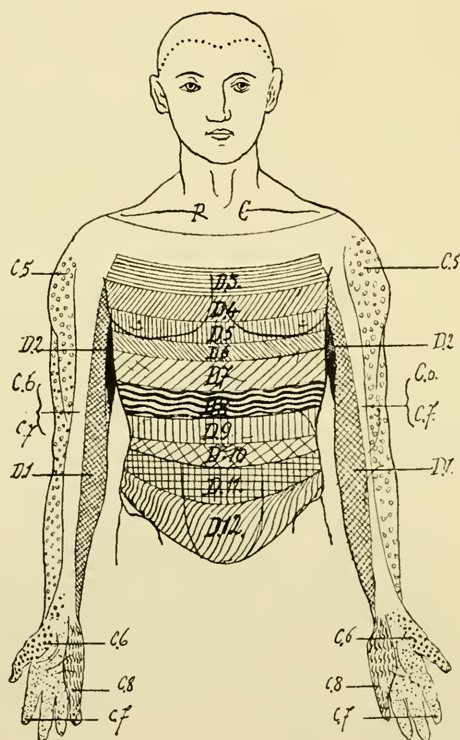


FIG. **295.**

Mode de distribution des fibres radiculaires postérieures des nerfs cervicaux inférieurs et des nerfs dorsaux (d'après THORBURN).

moins deux racines postérieures et que, pour produire une région anesthésiée quelque petite qu'elle soit, il faut la section ou la lésion des fibres de deux racines postérieures immédiatement voisines. Ces résultats sont surprenants en ce sens, que s'ils sont l'expression exacte de la réalité, on pourrait sectionner, sur un animal donné, la moitié de toutes les racines postérieures sans produire la moindre anesthésie, à la condition de ne pas sectionner ces racines l'une à la suite de l'autre, mais de sectionner soit toutes les racines paires, soit toutes les racines impaires.

THORBURN a étudié, chez l'homme, la distribution périphérique des fibres de chaque racine postérieure du plexus cervical et du plexus lombo-sacré en se basant soit sur des lésions traumatiques de la moelle, soit sur des lésions radiculaires.

Il résulte de ses recherches, FIG. 295 et 296, que :

1° Les fibres radiculaires postérieures du cinquième nerf cervical donnent la sensibilité à la peau de la région deltoïdienne et à la face externe du bras et de l'avant-bras jusqu'à la racine du pouce.

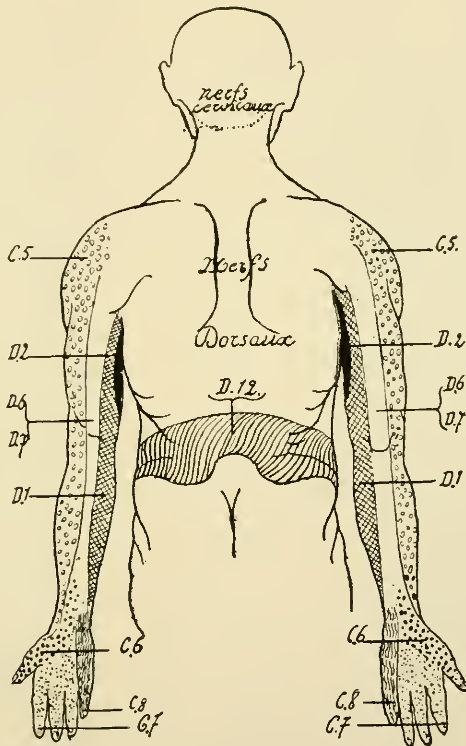


FIG. 296.

Mode de distribution des fibres radiculaires postérieures des nerfs cervicaux inférieurs et des nerfs dorsaux (d'après THORBURN).

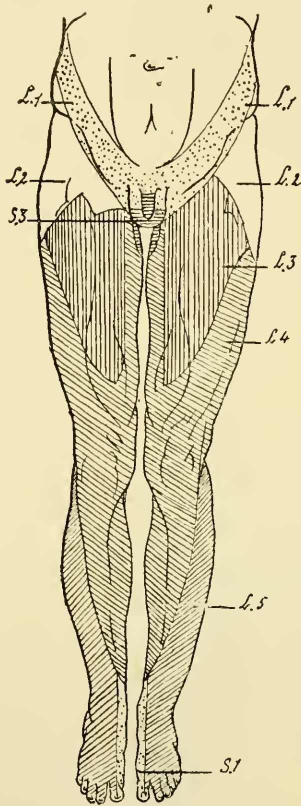
2° Les fibres radiculaires postérieures du sixième et du septième nerf cervical innervent la partie moyenne de la face antérieure et postérieure du bras et de l'avant-bras, ainsi que toute l'étendue de la face palmaire et dorsale de la main, à l'exclusion d'environ le tiers interne, et des doigts à l'exception de l'auriculaire.

3° Les fibres radiculaires postérieures du huitième nerf cervical et du premier nerf dorsal se distribuent au petit doigt et à la face interne de l'avant-bras et du bras.

4° Les fibres radiculaires postérieures des nerfs dorsaux innervent la peau du tronc ainsi que l'indiquent les figures 295 et 296.

Les mêmes recherches ont été faites par Thorburn pour la distribution périphérique des fibres radiculaires postérieures des nerfs lombaires et sacrés.

Les fig. **297** et **298** indiquent nettement les zones de distribution des racines de ces différents nerfs. Il résulte de l'examen de ces figures que l'innervation cutanée



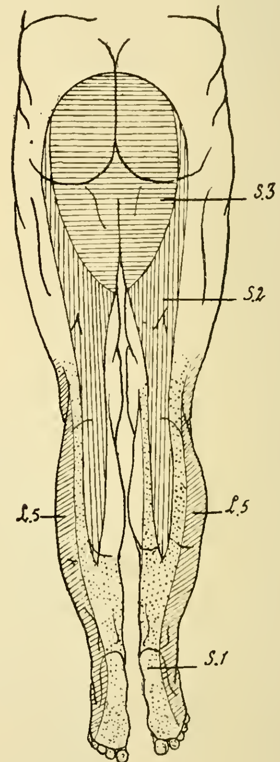


Fig. **297**. Fig. **298**.

Mode de distribution des fibres radiculaires postérieures des nerfs lombaires et sacrés (d'après Thorburn).

de la face antérieure du membre inférieur appartient aux nerfs lombaires, tandis que l'innervation de la peau de la région fessière inférieure, de la région périnéale, de la région génitale et de presque toute l'étendue de la face postérieure du membre inférieur est sous la dépendance des nerfs sacrés.

Localisations motrices radiculaires.

L'étude des localisations radiculaires motrices a été faite surtout en Angleterre. Les recherches expérimentales de Ferrier, Yeo, Sherrington et Russell et les observations cliniques de Thorburn ont montré que chaque muscle périphérique est, au moins, innervé par deux racines, de telle sorte que la section d'une seule

racine motrice ne détermine pas de trouble permanent dans les mouvements du membre ; pour qu'il y ait paralysie à la suite de lésions radiculaires, il faut que cette lésion intéresse pour le moins les fibres de deux racines immédiatement voisines.

Chacun des muscles du membre supérieur et du membre inférieur reçoit donc ses filets d'innervation d'au moins deux racines antérieures ; à plus forte raison, chaque nerf périphérique innervant un nombre plus ou moins considérable de muscles doit se constituer, au sortir du plexus brachial ou du plexus lombo-sacré, par la réunion de fibres nerveuses appartenant à des racines différentes.

Les fibres d'une racine antérieure donnée — depuis le premier nerf cervical jusqu'au premier nerf dorsal et depuis le premier nerf lombaire jusqu'au nerf coccygien — en passant par le plexus cervical, brachial, lombaire ou sacré, se séparent donc les unes des autres, s'enchevêtrent avec les fibres venues des racines voisines pour se rendre dans des nerfs périphériques différents. Il s'en suit que les lésions des racines antérieures des nerfs, ou *lésions radiculaires*, se traduiront au dehors par des paralysies *(paralysies radiculaires)* survenant dans des groupes de muscles innervés par des nerfs différents. C'est ainsi, par exemple, qu'à la suite d'une lésion intéressant les racines antérieures du cinquième et du sixième nerf cervical, on peut, si la lésion n'atteint pas toutes les fibres radiculaires, observer la paralysie des muscles deltoïde, biceps, brachial antérieur et long supinateur *(paralysie radiculaire de Erb)* ; si, au contraire, la lésion est complète, la paralysie envahira encore les muscles sus et sous-épineux, le rhomboïde, le chef claviculaire du grand pectoral et le muscle court supinateur *(paralysie obstétricale ou paralysie de Duchenne)* ; et cependant les fibres nerveuses innervant ces divers muscles proviennent de nerfs périphériques différents : le nerf axillaire pour le deltoïde, le nerf musculo-cutané pour le biceps et le brachial antérieur, le nerf radial pour le long supinateur et le court supinateur, des branches collatérales du plexus brachial, nerf sus-épineux et nerfs thoraciques antérieurs, pour les autres muscles.

On comprend que, au point de vue clinique, il est de la plus haute importance de connaitre, non seulement les relations qui existent entre les nerfs en aval des plexus et les muscles, mais encore les connexions que l'on trouve entre les nerfs en amont du plexus ou les racines antérieures des nerfs spinaux et les muscles.

Ces recherches ont été faites dans différents pays et ont donné des résultats sensiblement concordants.

En se basant sur les résultats fournis par l'étude des traumatismes de la moelle épinière, Thorburn a pu dresser le tableau suivant, indiquant l'innervation radiculaire des muscles du membre supérieur chez l'homme.

RACINES	MUSCLES
Quatrième racine cervicale	Sus-épineux. Sous-épineux. Petit rond (?).
Cinquième racine cervicale	Biceps. Brachial antérieur. Deltoïde. Long supérieur. Court supinateur.

RACINES	MUSCLES
Sixième racine cervicale	Sous-scapulaire. Pronateurs. Grand rond. Grand dorsal. Grand pectoral. Triceps. Grand dentelé.
Septième racine cervicale	Extenseurs de la main.
Huitième racine cervicale	Fléchisseurs de la main.
Première racine dorsale	Extenseurs des doigts. Fléchisseurs des doigts. Interosseux.

Un tableau analogue avait été dressé, en 1890, par Starr en se basant sur les troubles dans la motilité observés dans les lésions localisées de la moelle épinière. Ce tableau diffère quelque peu de celui de Thorburn. Nous le reproduisons ici tel qu'il a été donné par Edinger dans ses leçons sur le système nerveux central.

RACINES	MUSCLES
Deuxième et troisième racine cervicale	Sterno-cleïdo mastoïdien. Trapèze. Scalènes. Muscles de la nuque. Diaphragme.
Quatrième racine cervicale	Diaphragme. Sus-épineux. Sous-épineux. Deltoïde. Biceps. Coraco-brachial. Long supinateur. Rhomboïde.
Cinquième racine cervicale	Deltoïde. Biceps. Coraco-brachial. Long supinateur. Court supinateur. Grand pectoral (chef claviculaire). Grand dentelé. Rhomboïde. Brachial antérieur. Petit rond.

RACINES	MUSCLES
Sixième racine cervicale	Biceps. Brachial antérieur. Grand pectoral (chef claviculaire). Grand dentelé. Triceps. Extenseurs des mains et des doigts. Pronateurs.
Septième racine cervicale	Longue portion du triceps. Extenseurs de la main et des doigts. Fléchisseurs de la main. Pronateurs de la main. Grand pectoral (chef costal). Sous-scapulaire. Grand dorsal. Grand rond.
Huitième racine cervicale	Fléchisseurs de la main et des doigts. Petits muscles de la main.
Première racine dorsale	Extenseur du pouce. Petits muscles de la main. Muscles des éminences thénar et hypothénar.
Deuxième à douzième racine dorsale	Muscles du dos. Muscles de la paroi antéro-latérale de l'abdomen. Muscles sacro-lombaires.
Première racine lombaire	Psoas-iliaque. Couturier. Muscles de la paroi abdominale.
Deuxième racine lombaire	Psoas-iliaque. Couturier. Fléchisseurs du genou (Remak ?). Quadriceps fémoral.
Troisième racine lombaire	Quadriceps fémoral. Rotateurs internes de la cuisse. Adducteurs de la cuisse.
Quatrième racine lombaire	Abducteurs de la cuisse. Adducteurs de la cuisse. Tibial antérieur. Fléchisseurs du genou (Ferrier ?).
Cinquième racine lombaire	Rotateurs externes de la hanche. Fléchisseur du genou (Ferrier ?). Fléchisseur du pied. Extenseurs des orteils. Péroniers.

RACINES	MUSCLES
Première et deuxième racine sacrée	Fléchisseurs du pied et des orteils. Péroniers. Petits muscles du pied.
Troisième à cinquième racine sacrée	Muscles du périnée.

Dans le livre récent de Raymond, nous trouvons un tableau dressé par A. Julien pour les racines des nerfs cervicaux inférieurs et qui diffère quelque peu des deux tableaux précédents.

RACINES	MUSCLES	NERFS
Cinquième et sixième racine cervicale	Deltoïde	N. circonflexe
	Biceps Brachial antérieur	N. musculo-cutané
	Long supinateur	N. radial
	Rhomboïde Pectoral (chef claviculaire) Grand dentelé Sus-épineux Sous-épineux Sous-scapulaire	Branches collatérales du plexus brachial
Septième et huitième racine cervicale	Triceps	N. radial
	Grand pectoral (chef sternal) Grand dorsal	Branches collatérales
	Extenseurs de la main	N. radial
Première racine dorsale	Tous les muscles innervés par	N. cubital N. médian

Un détail important, au point de vue clinique, concernant les racines antérieures des nerfs cervicaux, c'est que la racine antérieure du huitième nerf cervical et du premier nerf dorsal, avant de pénétrer dans le plexus brachial, s'anastomosent par un rameau communicant avec le ganglion cervical inférieur du sympathique.

D'après les recherches de Mme Dejerine-Klumpke, le rameau communicant du premier nerf dorsal renferme des fibres qui, venant de la moelle, se rendent dans la chaine sympathique et par là au globe oculaire. Si ce rameau communicant, ou la racine antérieure du premier nerf dorsal est lésé, on observe des troubles oculo-pupillaires consistant dans un rétrécissement manifeste de la pupille (myosis) accompagné d'un rétrécissement de la fente palpébrale.

Ce détail anatomique a donc une grande importance au point de vue de la localisation exacte des lésions radiculaires.

Un autre détail concerne la moelle lombaire et les nerfs périphériques qui en dépendent. Des recherches expérimentales ont établi que les muscles droit antérieur et vaste interne entrent en jeu dans la production du réflexe rotulien. Ces muscles sont innervés par une branche du nerf crural. Chez le singe, les filets d'innervation

de ces muscles proviennent de la racine antérieure du cinquième nerf lombaire; ce qui correspond, chez l'homme, au quatrième ou même au troisième nerf lombaire.

Pour que ce réflexe puisse se produire, une première condition indispensable c'est que les neurones moteurs périphériques qui sortent de la moelle par la racine antérieure du quatrième et du troisième nerf lombaire soient intacts.

Les fibres sensitives qui se terminent dans le ligament rotulien et dont les terminaisons périphériques sont excitées lors de la percussion de ce tendon pénètrent dans la moelle épinière par la racine postérieure du quatrième et du troisième nerf lombaire; les branches de bifurcation ascendantes et descendantes de ces fibres radiculaires vont occuper, à leur entrée dans la moelle, la partie tout-à-fait externe du cordon postérieur, celle immédiatement voisine de la corne postérieure. La seconde condition indispensable à la production du réflexe rotulien, c'est donc que les neurones sensitifs périphériques qui entrent dans la moelle par la racine postérieure du quatrième et du troisième nerf lombaire soient intacts non seulement dans leur trajet extra-médullaire, mais encore dans leur trajet intra-médullaire. La partie du cordon postérieur de la moelle lombaire occupée par les fibres radiculaires de ces deux nerfs lombaires et dont la lésion produit l'abolition du réflexe rotulien porte encore le nom de *Zone de Westphal.*

Littérature.

Rauber : *Die letzten spinalen Nerven und Ganglien.* Morphologisches Jahrbuch, 1877. — Schalbe : *Nervenlehre,* 1881. — Marinesco : *Localisations sensitives et motrices dans la moelle épinière et leurs applications cliniques.* Semaine médicale, 1896, pp. 259-264. — Edinger : *Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane.* Leipzig, 1893. — Raymond : *Clinique des maladies du système nerveux,* Paris 1896. — Mme Dejerine-Klumpke : *Les paralysies radiculaires.* Revue de Médecine, 1885.

OUVRAGES A CONSULTER

concernant la structure interne de la moelle épinière.

Kölliker : *Handbuch der Gewebelehre des Menschen*. Sechste Auflage, Bd. II, Hft 1, Leipzig, 1893.

v. Lenhossek : *Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen*. 2e Auflage, Berlin, 1895.

Edinger : *Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane*. 3e Auflage, Leipzig, 1893.

Obersteiner : *Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane im gesunden und kranken Zustande*. 3e Auflage, Leipzig, 1896.

Charpy : *Système nerveux* dans le Traité d'anatomie humaine publié par Poirier, Tome III, 1r fasc., Paris, 1894.

VINGTIÈME LEÇON

La structure interne du myélencéphale.

Etude d'une série de coupes transversales faites dans la partie inférieure du myélencéphale. — Mode de transformation du canal central de la moelle épinière en quatrième ventricule.

En décrivant l'organisation externe du système nerveux central, nous avons vu que l'encéphale peut être divisé en deux parties par un plan de section passant au-dessus du bord supérieur de la protubérance annulaire : le cerveau et le rhombencéphale.

Le rhombencéphale lui-même comprend trois parties qui sont, de bas en haut, le myélencéphale, le métencéphale et l'isthme du rhombencéphale.

Le myélencéphale est la partie de l'axe cérébro-spinal de l'adulte qui est comprise entre la moelle épinière et la protubérance annulaire, FIG. **299**. Nettement séparée de cette dernière, au moins du côté antérieur, par un sillon transversal, la moelle allongée se continue, sans ligne de démarcation précise, avec la moelle épinière. On prend généralement comme limite entre ces deux parties de l'axe nerveux une ligne conventionnelle passant par le bord supérieur de l'atlas, ou bien un plan de section fait immédiatement au-dessus du filet radiculaire supérieur du premier nerf cervical.

La limite entre ces deux parties de l'axe cérébro-spinal est tout aussi peu précise pour ce qui concerne leur organisation interne. La moelle épinière ne présente pas sa structure typique jusqu'au niveau du filet radiculaire supérieur du premier nerf cervical, pour faire place brusquement à la structure propre à la moelle allongée. Mais l'organisation interne de la moelle se modifie insensiblement depuis l'origine du deuxième nerf cervical ; de sorte que, entre la moelle épinière telle que vous la connaissez maintenant et la moelle allongée que nous allons décrire, il existe une zone de transition qui demande une description spéciale.

Pour rappeler vos souvenirs, reprenons la coupe transversale de la moelle épinière au niveau de l'origine du quatrième nerf cervical, FIG. **300**.

Elle nous présente, sur la ligne médiane et d'avant en arrière, la fissure médiane longitudinale antérieure, la commissure antérieure blanche, la commissure grise traversée par le canal central, puis le septum médian dorsal reliant la commissure au fond du sillon médian longitudinal

Fig. 299.

Face antérieure du tronc cérébral. Gr. nat.

c. mam. : Corps mammillaires.
inf. : Infundibulum.
ch. : Chiasma des nerfs optiques.
s. int. : Substance interpédonculaire.
band. : Bandelette optique.
pc. : Pédoncule cérébral.
c. gen. ext. : Corps genouillé externe.
pr. : Protubérance annulaire.
pcm. : Pédoncule cérébelleux moyen.
lob. : Lobule du pneumo-gastrique.
s. circ. : Sillon circonférenciel.
o. : Olive.
py. : Pyramides antérieures.
Cl. : Racine antérieure du premier nerf cervical.
III à *XII.* : Origine des dix dernières paires de nerfs craniens.

postérieur. Dans chaque moitié de la moelle épinière, nous trouvons la substance grise centrale — la corne antérieure fusionnée avec la corne latérale, la corne postérieure et le processus réticulaire — entourée par la substance blanche qui constitue les trois cordons : postérieur, latéral et antérieur. Vous vous rappelez que la corne postérieure recouverte par

la substance gélatineuse de Rolando n'est séparée de la périphérie de la moelle que par une mince zone blanche, appelée zone marginale de Lissauer.

Le cordon postérieur est subdivisé en faisceau de Goll et faisceau de Burdach par la cloison paramédiane dorsale. Dans le cordon antérieur, on distingue le faisceau pyramidal et le faisceau fondamental. Le cordon latéral est formé par le faisceau pyramidal de ce cordon, le faisceau cérébelleux, le faisceau de Gowers et le faisceau fondamental.

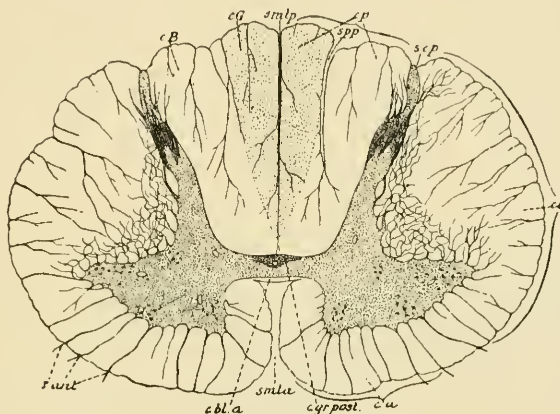


Fig. **300**.

Coupe transversale de la moelle faite au niveau du quatrième nerf cervical.

Examinons maintenant une coupe transversale faite au niveau des filets radiculaires du premier nerf cervical, fig. **301**.

Cette coupe diffère assez bien de celle prise vers le milieu de la moelle cervicale, comme le prouve la comparaison des deux figures **300** et **301**. Elle présente, comme signes caractéristiques, les détails suivants :

1° Les cornes postérieures, au lieu d'avoir une direction légèrement oblique en arrière et en dehors, sont fortement déjetées en dehors. Elles sont reliées au reste de la substance grise par une partie rétrécie appelée *col* et présentent une partie renflée et cuboïde, qu'on appelle la *tête* de la corne postérieure.

2° Les cornes latérales sont volumineuses et le processus réticulaire est très développé.

3° La tête de la corne postérieure est séparée de la périphérie de la moelle par une mince bande de substance blanche, qui ne correspond plus à la zone d'entrée des racines postérieures (zone marginale de Lissauer), mais qui est constituée par des fibres provenant du nerf trijumeau : c'est

l'extrémité inférieure d'un faisceau de fibres nerveuses que les auteurs ont toujours considéré comme une *racine ascendante* du nerf trijumeau. Nous savons maintenant qu'il représente plutôt une *racine descendante* de la partie sensitive de ce nerf.

Lorsque nous étudierons l'origine de cette cinquième paire des nerfs craniens, nous verrons que ses fibres sensitives ont leurs cellules d'origine dans le ganglion de Gasser. Ce glanglion est formé de cellules unipolaires comme les ganglions spinaux. Le prolongement unique de chacune de ces cellules nerveuses se divise bientôt en une fibre externe destinée à la périphérie et une fibre interne qui pénètre dans l'axe cérébro-spinal. Arrivées dans l'épaisseur de la protubérance annulaire, toutes les fibres internes se bifurquent en une branche ascendante courte et une branche descendante longue, FIG. 302. Les branches descendantes réunies en un

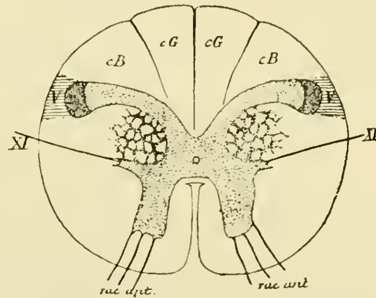


FIG. 301.
Coupe transversale de la moelle
faite au niveau des filets radiculaires du premier nerf cervical.
Coupe correspondant au plan de section 1 de la FIG. 303.

faisceau volumineux traversent la partie inférieure de la protubérance, toute la hauteur de la moelle allongée et une partie de la moelle cervicale. Elles sont situées en dehors de la substance gélatineuse de Rolando et constituent la racine descendante, la racine sensitive ou la racine spinale du trijumeau *(tractus spinalis n. trigemini)*, dont nous voyons l'extrémité inférieure sur la coupe de la FIG. 301. Cette racine spinale diminue de volume de haut en bas, parce que ses fibres constitutives se terminent successivement dans la substance grise voisine, qui représente le *noyau terminal* pour les fibres de cette racine *(nucleus tractus spinalis n. trigemini)*.

4° De chaque corne latérale, on voit partir des fibres nerveuses qui traversent horizontalement la substance blanche du cordon latéral et sortent sur la face latérale de la moelle un peu au-devant du sillon collatéral postérieur. Ce sont les filets d'origine de la partie inférieure ou

spinale du *nerf accessoire de Willis*. Ces fibres nerveuses ont leurs cellules d'origine dans la substance grise de la corne latérale. Ce sont des cellules radiculaires identiques à celles qui servent d'origine aux fibres des racines antérieures. On trouve ces filets radiculaires du nerf de Willis sur toutes les coupes de la moelle cervicale jusque vers l'origine du troisième ou quatrième nerf cervical.

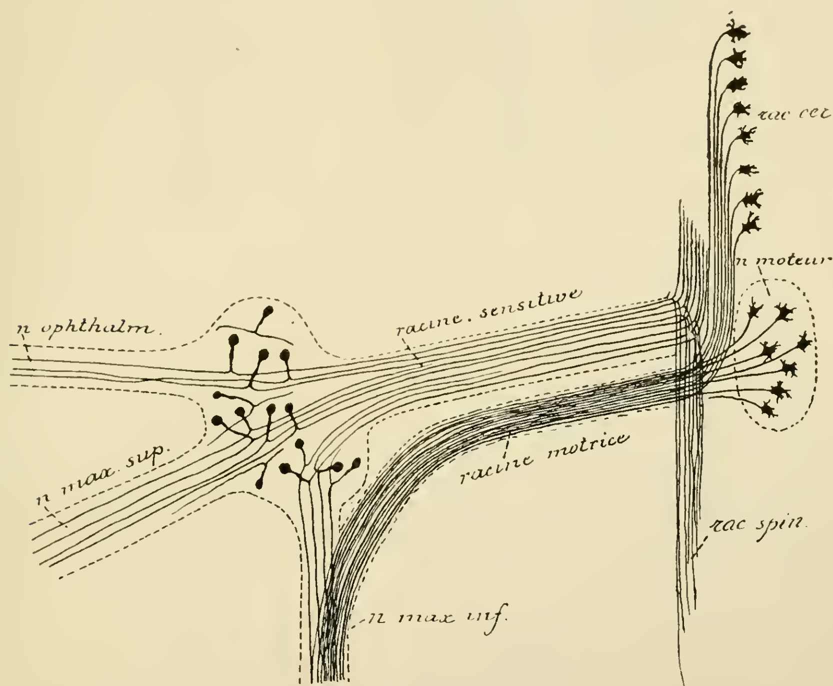


Fig. **302.**

Schéma montrant l'origine réelle des fibres constitutives du nerf trijumeau.

Nous arrivons maintenant aux coupes du myélencéphale. Pour nous orienter plus facilement sur le niveau exact auquel correspondent les coupes que nous allons étudier, nous avons indiqué dans la fig. **303**, par des lignes pointillées, les plans de section de toutes les coupes qui vont suivre.

Une coupe passant par l'axe cérébro-spinal au niveau des fibres radiculaires supérieures du premier nerf cervical, fig. **304**, montre encore la même structure que la coupe précédente. Les cordons postérieurs sont divisés par la cloison paramédiane en faisceau de Goll et faisceau de Burdach. Les cornes postérieures restent fortement déjetées en dehors. Elles sont recouvertes par la substance gélatineuse de Rolando et séparées de la périphérie de la moelle par la racine descendante du trijumeau, *V*.

Dans la moitié antérieure de cette coupe, les rapports entre la substance blanche et la substance grise ont quelque peu varié.

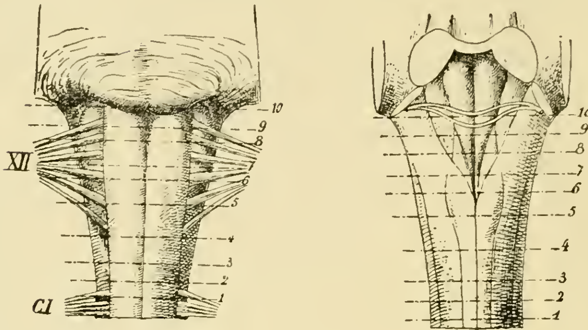


Fig. 303.
Le myélencéphale.
Les lignes pointillées indiquent les plans de section des figures suivantes.

Le processus réticulaire est moins développé. Les faisceaux de fibres nerveuses qui occupent les mailles de ce processus ne sont plus coupés transversalement comme sur les coupes précédentes. Mais toute cette région est occupée par de petits tronçons de faisceaux nerveux dirigés obliquement en avant et en dedans. La coupe passe, en effet, par la partie inférieure de la *décussation des pyramides (decussatio pyramidum).*

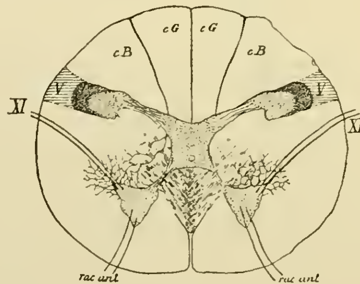


Fig. 304.
Coupe correspondant au plan de section 2 de la fig. 303.

cG : Faisceau de Goll.
cB : Faisceau de Burdach.
X : Racine spinale du nerf trijumeau.
XI : Fibres radiculaires du nerf accessoire de Willis.

Vous vous rappelez que l'on donne ce nom à l'entrecroisement des fibres nerveuses des pyramides antérieures de la moelle allongée. Dans la partie supérieure de cette moelle, toutes les fibres motrices sont

réunies, de chaque côté de la ligne médiane, en un faisceau compact de fibres nerveuses connu sous le nom de *pyramide antérieure*. C'est même parce que les fibres motrices constituent les pyramides antérieures de la moelle allongée qu'on leur donne encore le nom de *fibres pyramidales* ou *fibres des voies pyramidales*. Quand ces fibres motrices passent de la moelle allongée dans la moelle épinière, leur position change. Elles quittent alors, au moins en majeure partie, la pyramide antérieure du bulbe, passent la ligne médiane au fond de la fissure médiane longitudinale antérieure, où elles s'entrecroisent avec les fibres motrices du côté opposé, traversent la substance grise de la moelle au niveau de la base de la corne antérieure, en séparant celle-ci du reste de la substance grise, et se rendent dans le cordon latéral de la moelle pour y constituer le faisceau pyramidal de ce cordon, FIG. **305**.

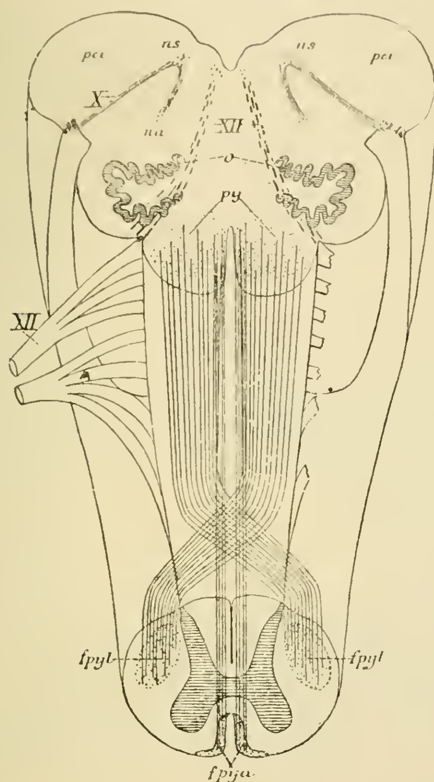


FIG. **305**.

Schéma montrant l'entrecroisement des pyramides à la partie inférieure de la moelle allongée.

X : Fibres radiculaires.
ns : Noyau sensifif terminal, et
na : Noyau ambigu ou noyau d'origine moteur du nerf pneumo-gastrique.
pci : Péponcule cérébelleux inférieur.
XII : Fibres radiculaires du nerf hypoglosse.
py : Pyramides antérieures de la moelle allongée.
fpyl : Faisceau pyramidal du cordon latéral de la moelle épinière.
fpya : Faisceau pyramidal du cordon antérieur.

Au-devant de ces fibres obliques, on trouve la corne antérieure plus ou moins indépendante. Elle a une forme triangulaire. De son angle antérieur partent les filets radiculaires du premier nerf cervical, tandis que de son angle latéral on voit sortir les filets radiculaires du nerf accessoire de WILLIS, *XI*.

La fissure médiane longitudinale antérieure est devenue moins profonde. Son fond est occupé par les faisceaux entrecroisés des pyramides.

Une coupe faite à quelques millimètres au-dessus de la précédente nous montre la partie supérieure de cette décussation, FIG. **306**. Les fibres

des deux pyramides du bulbe s'y inclinent en bloc en dedans pour s'entrecroiser au fond de la fissure médiane. Ces fibres entrecroisées n'atteignent pas encore sur cette coupe la substance grise.

Nous verrons plus tard que cette décussation n'intéresse pas toutes les fibres des deux pyramides. Un certain nombre d'entre elles restent dans le cordon antérieur et vont constituer, dans la moelle épinière, le faisceau pyramidal de ce cordon, FIG. 305.

La substance grise a subi aussi une modification importante. Au milieu du faisceau de GOLL apparaît ici une masse grise nouvelle. Elle a une forme triangulaire à base postérieure et se trouve reliée à la

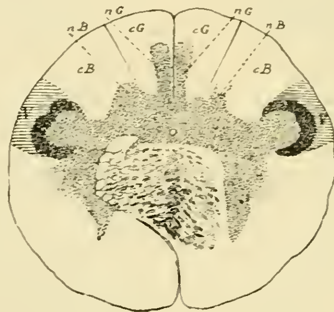


FIG. 306.

Coupe correspondant au plan de section 3 de la FIG. 303.

cG : Faisceau de GOLL.
nG : Noyau du faisceau de GOLL.
cB : Faisceau de BURDACH.
nB : Noyau du faisceau de BURDACH.
V : Racine descendante du nerf trijumeau.

substance grise qui entoure le canal central; elle forme le *noyau du faisceau de Goll* (*nucleus funiculi gracilis*), *nG*. Au niveau du faisceau de BURDACH, on voit de même un petit cône gris triangulaire se soulever de la masse grise centrale : c'est la partie inférieure du *noyau du faisceau de Burdach (nucleus funiculi cuneati)*, *nB*. De chaque côté, nous retrouvons la corne postérieure recouverte par la substance gélatineuse de ROLANDO et séparée de la périphérie de la moelle allongée par la racine spinale du trijumeau, V. Cette racine est beaucoup plus volumineuse que sur les coupes précédentes. Dans la moitié antérieure de cette coupe, on voit, de chaque côté des pyramides antérieures, la corne grise antérieure et, en dehors, la coupe du cordon latéral beaucoup moins volumineux que le long de la moelle cervicale, parce qu'il ne renferme pas encore les fibres du faisceau pyramidal. A ce niveau, ce cordon latéral est formé exclusivement par les fibres du faisceau cérébelleux et celles du faisceau fondamental.

Examinons maintenant une coupe transversale faite au-dessus de la décussation des pyramides, FIG. 307.

Nous trouvons en arrière la fissure médiane postérieure. Elle est plus large et plus profonde que sur les coupes de la moelle cervicale, parce que le septum médian dorsal semble faire défaut. Le canal central s'est rapproché de la face postérieure de la moelle allongée. En avant réapparaît la fissure médiane antérieure large et profonde comme le long de la moelle épinière.

La forme de la substance grise est très irrégulière. Elle entoure complètement le canal central. Son bord postérieur présente, de chaque côté de la ligne médiane, trois saillies triangulaires : l'interne est le noyau du faisceau de GOLL, *nG*, plus développé et plus volumineux que sur la coupe précédente ; l'externe représente la corne postérieure recouverte par la substance gélatineuse de ROLANDO et par la racine descendante du trijumeau, *V*. La saillie moyenne est le noyau du faisceau de BURDACH, *nB*, qui pénètre plus avant entre les fibres de ce faisceau.

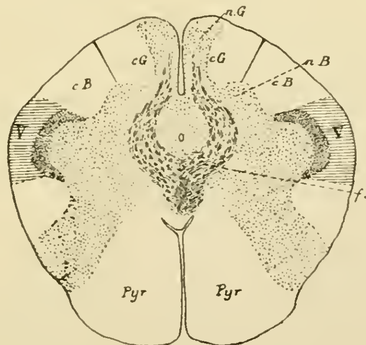


FIG. 307.

Coupe correspondant au plan de section 4, de la FIG. 303.

cG : Faisceau de GOLL.
nG : Noyau du faisceau de GOLL.
cB : Faisceau de BURDACH.
nB : Noyau du faisceau de BURDACH.
V : Racine spinale du nerf trijumeau.
fs : Entrecroisement des fibres sensitives ou fibres du ruban de REIL.
Pyr : Pyramide antérieure.

Les cornes antérieures de la substance grise ont des limites peu précises. Elles se mêlent plus ou moins intimement avec des fibres de la substance blanche et s'étendent ainsi jusqu'à la périphérie du bulbe. Ce mélange de substance blanche et de substance grise est désigné sous le nom de *substance réticulaire grise* (*substantia reticularis grisea*). En dehors de ces cornes antérieures, on retrouve encore les fibres du faisceau cérébelleux et les fibres du faisceau fondamental correspondant au cordon latéral de la moelle.

Entre les deux substances réticulaires grises existe, de chaque côté de la fissure médiane, le faisceau compact de fibres nerveuses qui constitue la *pyramide* (*pyramis*), *Pyr*.

Vous vous rappelez que le cordon antérieur de la moelle épinière est formé par le faisceau pyramidal en dedans et le faisceau fondamental en dehors. Au-dessus de l'entrecroisement des pyramides, toutes les fibres motrices occupent la région antérieure du cordon, et le faisceau fondamental, rejeté en arrière, est situé derrière le faisceau pyramidal.

Du noyau du faisceau de Goll, on voit partir sur cette coupe des fibres nerveuses qui se dirigent en avant, puis en dedans, contournent ainsi la substance grise qui entoure le canal central, pour s'entrecroiser sur la ligne médiane, dans l'espace compris entre le canal central et le fond de la fissure médiane antérieure. Ces fibres entrecroisées sont des fibres sensitives qui ont leurs cellules d'origine dans la masse grise du noyau du faisceau de Goll. L'entrecroisement de ces fibres au-devant du canal central est connu depuis longtemps sous le nom d'*entrecroisement des fibres du ruban de Reil* (*decussatio lemniscorum*). Après entrecroisement, ces fibres prennent une direction verticale; elles forment un faisceau compact de fibres nerveuses placé immédiatement derrière les pyramides; on l'appelle *la couche du ruban de Reil*, la *couche des fibres sensitives* ou encore *couche interolivaire* (*stratum interolivare lemnisci*), parce que sur les coupes suivantes elle se trouve située entre les deux olives.

Après entrecroisement, ces fibres sensitives viennent se placer directement en arrière des fibres motrices, refoulant dans le voisinage du canal central les fibres du faisceau fondamental devenant ici *faisceau longitudinal postérieur* ou *médian* (*fasciculus longitudinalis medialis*).

Quand on compare la coupe de la FIG. 307 à celle de la FIG. 306, on voit que la substance blanche des cordons postérieurs a diminué de volume au fur et à mesure que les masses grises de ces cordons se sont développées. Où sont allées ces fibres des cordons postérieurs qui représentent, comme vous vous en souvenez, les prolongements ascendants des fibres des racines postérieures de la moelle épinière?

Arrivées à la partie inférieure de la moelle allongée, ces fibres se terminent par des ramifications libres dans les masses grises qui apparaissent dans ces deux cordons. Ces masses grises elles-mêmes sont formées de cellules nerveuses. Elles représentent le *noyau terminal* pour les fibres longues des cordons postérieurs de la moelle. Les cellules nerveuses, qui constituent ces masses grises, viennent en contact, par leur corps cellulaire et leurs prolongements protoplasmatiques, avec les

ramifications terminales de ces fibres sensitives. Les prolongements cylindraxiles de ces cellules nerveuses doivent se rendre dans des parties plus élevées de l'axe cérébro-spinal. Nous verrons plus tard le trajet ultérieur de ces fibres.

Dans la FIG. **308**, la forme de la substance grise n'a presque pas changé dans la moitié dorsale de la coupe. On y retrouve le noyau du faisceau de GOLL considérablement augmenté, *nG*. Il occupe toute l'étendue du faisceau de GOLL. Les fibres de ce faisceau ont donc disparu, elles se sont toutes terminées dans la masse grise de ce noyau.

Le noyau du faisceau de BURDACH a également augmenté de volume; il est encore entouré en arrière et en dehors par les fibres du faisceau de BURDACH. Ces fibres doivent se terminer dans la masse grise de ce faisceau. Du noyau du faisceau de GOLL partent encore des fibres nerveuses qui entourent le canal central, pour s'entrecroiser sur la ligne médiane: c'est la partie supérieure de l'entrecroisement des fibres sensitives.

De chaque noyau du faisceau de BURDACH partent également de nombreuses fibres nerveuses qui contournent le canal central en décrivant des arcades à concavité postérieure. Elles s'entrecroisent également sur la ligne médiane entre le fond de la fissure médiane antérieure et la coupe du canal central. Ce sont encore des fibres sensitives ayant leurs cellules d'origine dans la masse grise de ce faisceau. On ne connaît pas la destinée ultérieure de toutes les fibres en arcades provenant de la masse grise du faisceau de BURDACH. On les appelle *fibres arciformes internes (fibrae arcuatae internae)*. On admet généralement qu'après entrecroisement sur la ligne médiane la plupart de ces fibres prennent une direction verticale pour devenir fibres constitutives de la couche du RUBAN DE REIL. Ces fibres se comportent donc comme celles qui proviennent des cellules nerveuses du noyau du faisceau de GOLL. Ce fait a été prouvé expérimentalement par SINGER et MÜNZER ainsi que par MOTT. Ces auteurs ont détruit, sur de jeunes chats et sur des singes, la partie inférieure du noyau du faisceau de BURDACH. Ils ont trouvé en dégénérescence un faisceau de fibres nerveuses partant du noyau de ce cordon, pour contourner en arcade le canal central et, après entrecroisement dans le raphé, devenir fibres longitudinales dans la couche interolivaire. Ils ont pu poursuivre ce faisceau à travers la moelle allongée, la protubérance annulaire et le cerveau moyen jusque dans la couche optique.

Un certain nombre de fibres provenant des masses grises du cordon postérieur sortent, après entrecroisement dans le raphé, par la fissure médiane antérieure, contournent horizontalement la pyramide antérieure pour

se joindre aux fibres du faisceau cérébelleux et aller constituer avec celui-ci les fibres du pédoncule cérébelleux inférieur. Pendant leur trajet horizontal autour de la pyramide antérieure, on les appelle *fibres arciformes externes et antérieures*, FIG. **308**.

Le cordon postérieur est limité en avant par la substance grise de la corne postérieure toujours recouverte par la substance gélatineuse de Rolando et par les fibres sectionnées de la racine descendante du trijumeau, *V*.

Ces fibres n'arrivent plus ici à la périphérie de la moelle. Elles en

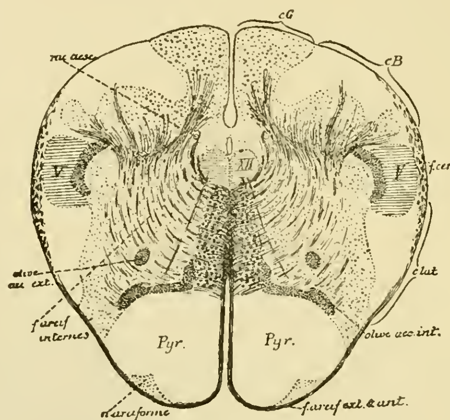


Fig. **308**.

Coupe correspondant au plan de section 5 de la FIG. **303**.

cG : Faisceau de Goll.
cB : Faisceau de Burdach.
V : Racine spinale du nerf trijumeau.
f. cer : Faisceau cérébelleux.
c. lat. : Cordon latéral.
XV : Noyau d'origine du nerf hypoglosse.
rac. desc. : Racine descendante du glosso-pharyngien et du vague.

sont séparées par des fibres à direction oblique en arrière et en dedans, venant de la substance blanche du cordon latéral. Elles représentent les fibres du faisceau cérébelleux — auquelles se sont jointes les fibres arciformes externes et antérieures — qui quittent à ce niveau le cordon latéral pour aller constituer le pédoncule cérébelleux inférieur.

D'après Edinger, toutes les cellules nerveuses du noyau du faisceau de Goll et du noyau du faisceau de Burdach n'envoient pas leur prolongement cylindraxile en avant et en dedans. Les prolongements d'un certain nombre de ces cellules se dirigeraient horizontalement en dehors pour se rendre ainsi directement dans le pédoncule cérébelleux inférieur correspondant. En contournant le cordon postérieur, ces prolongements

cylindraxiles prennent le nom de *fibres arciformes externes et postérieures*, FIG. 309.

Dans la moitié antérieure de cette coupe, on trouve, de chaque côté du canal central, la section arrondie d'un faisceau de fibres nerveuses. On l'a désigné pendant longtemps sous le nom de *faisceau solitaire (tractus solitarius)* de MEYNERT, ou *faisceau respiratoire* de KRAUSE. On sait actuellement qu'il représente la racine descendante de la partie sensitive du nerf glosso-pharyngien et du nerf vague. En pénétrant dans le tronc nerveux. les fibres sensitives de ces deux nerfs se comportent comme les racines postérieures d'un nerf spinal : elles se bifurquent; mais, contrairement à ce qui se passe dans le cordon postérieur de la moelle, chaque fibre bifurquée

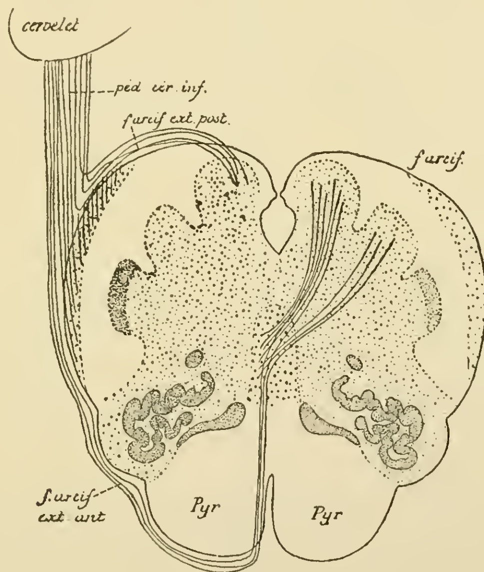


FIG. 309.
Schéma montrant le trajet des fibres provenant des noyaux du faisceau de GOLL et du faisceau de BURDACH (imité de EDINGER).

donne naissance à une branche ascendante très courte, qui se termine directement dans la substance grise voisine, et à une branche descendante beaucoup plus longue, qui devient une fibre constitutive de la *racine descendante.* La masse grise qui longe, en dedans, ce faisceau solitaire représente un *noyau terminal* dans lequel vont se terminer les ramifications cylindraxiles collatérales et terminales des fibres constitutives de la racine voisine ; c'est le *noyau du faisceau solitaire (nucleus tractus solitarii)*.

Ce noyau est formé de cellules nerveuses dont les prolongements

cylindraxiles se dirigent en dedans, deviennent des fibres arciformes internes, croisent la ligne médiane et se rendent, en grande partie, dans la couche interolivaire et dans la substance blanche voisine de cette dernière.

En passant dans le voisinage du noyau de l'hypoglosse ces fibres de la voie sensitive centrale abandonnent des collatérales qui vont se ramifier entre les cellules constitutives de ce noyau.

Un peu au-devant du canal central, on trouve encore, de chaque côté, un amas de cellules nerveuses volumineuses formant une partie du noyau d'origine du nerf hypoglosse (*nucleus n. hypoglossi*). Ce noyau est formé de cellules nerveuses qui sont les cellules radiculaires des fibres du nerf hypoglosse. On voit ces fibres nerveuses traverser d'arrière en avant toute l'épaisseur de la coupe et sortir de la moelle allongée en dehors des pyramides antérieures.

Entre les fibres radiculaires des deux nerfs hypoglosses il existe, sur la ligne médiane, en avant la fissure médiane antérieure, en arrière un entrecroisement continuel de fibres nerveuses, qui constitue le *raphé*. De chaque côté de la ligne médiane apparaît le faisceau volumineux des fibres de la pyramide antérieure, les fibres de la couche du ruban de Reil, puis les fibres des voies courtes qui correspondent au faisceau fondamental du cordon antérieur de la moelle et qui vont se continuer bientôt avec les fibres du faisceau longitudinal postérieur.

Entre les fibres radiculaires de chaque nerf hypoglosse et la racine descendante correspondante du nerf trijumeau, *V*, nous retrouvons le cordon latéral de la moelle réduit aux fibres du faisceau fondamental, puis la substance réticulaire grise. Dans cette dernière apparaissent deux masses grises nouvelles. L'interne se présente sous la forme d'une lame légèrement repliée limitant en arrière les fibres de la pyramide antérieure. On l'appelle quelquefois le *noyau pyramidal*, plus souvent encore l'*olive accessoire interne* (*nucleus olivaris accessorius medialis*). L'externe est beaucoup plus petite, elle constitue l'*olive accessoire externe* (*nucleus olivaris accessorius dorsalis*).

La coupe suivante passe par la partie inférieure de l'olive, FIG. 310.

Le canal central, considérablement élargi, s'est rapproché encore davantage de la face postérieure de la moelle allongée. Il n'est plus fermé que par une mince lamelle qui correspond à la partie postérieure de la commissure grise de la moelle. Le noyau du faisceau de Goll commence à diminuer de volume, *nG*. Le noyau du faisceau de Burdach est devenu au contraire plus volumineux que sur la coupe précédente, *nB*. Il est entouré par les fibres du faisceau de Burdach. Ce faisceau a également

diminué de volume. Cette diminution en volume du faisceau de Burdach est due aux nombreuses fibres de ce faisceau qui se terminent dans la substance grise voisine.

Au-devant du noyau du faisceau de Burdach se trouve la substance gélatineuse de Rolando recouverte en dehors par la racine descendante

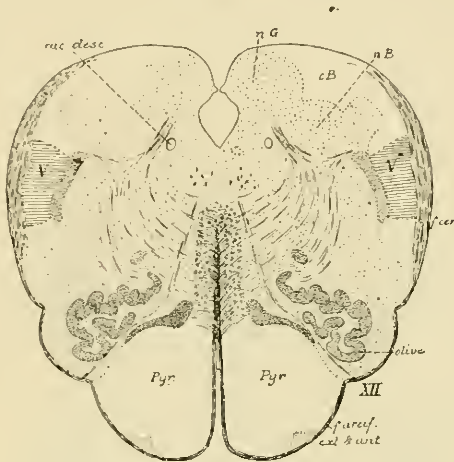


Fig. 310.

Coupe correspondant au plan de section 6, de la fig. 303.

nG : Noyau du faisceau de Goll.
cB : Faisceau de Burdach.
nB : Noyau du faisceau de Burdach.
V : Rac. desc. du nerf trijmeau.

f. cér. : Faisceau cérébelleux.
rac.desc. : Racine descendante du glosso-pharyngien et du vague.

du trijumeau, *V*, et par les fibres obliques du faisceau cérébelleux. Nous avons vu, sur la coupe précédente, que ces fibres quittent le cordon latéral pour prendre part à la constitution du pédoncule cérébelleux inférieur.

Le canal central est entouré par la substance grise. Nous y voyons de chaque côté :

1° La racine descendante du glosso-pharyngien et du vague;

2° Le noyau d'origine des fibres du nerf hypoglosse.

De ce noyau, on voit partir les fibres radiculaires qui traversent horizontalement la coupe pour sortir par le sillon collatéral antérieur du bulbe.

Sur la ligne médiane, nous retrouvons le raphé.

Dans toute l'étendue du tronc cérébral, depuis la moelle allongée jusqu'au cerveau moyen, ce raphé est constitué de fibres à direction antéro-postérieure et de fibres transversales qui s'entrecroisent sur la ligne médiane. Les fibres à direction antéro-postérieure représentent le

prolongement périphérique des cellules épendymaires qui tapissent la partie médiane du canal central. Les fibres horizontales entrecroisées portent, dans toute l'étendue du tronc cérébral, le nom de *fibres arciformes internes*. On ne connaît pas l'origine ni la destination de toutes ces fibres arciformes. Sur la coupe qui nous intéresse, elles sont formées en majeure partie de fibres qui proviennent des cellules nerveuses des noyaux des faisceaux de Goll et de Burdach, puis des masses grises voisines de la racine spinale du trijumeau et de la racine descendante du glosso-pharyngien et du vague. Après entrecroisement dans le raphé, les fibres

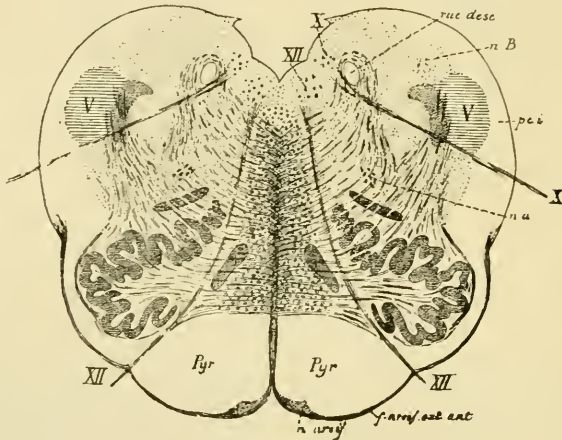


Fig. 311.

Coupe correspondant au plan de section 7, de la fig. 303.

nB : Noyau du faisceau de Burdach.
rac.desc. : Racine descendante du glosso-pharyngien et du vague.
dci : Pédoncule cérébelleux inférieur
X : Nerf pneumo-gastrique.
na : Noyau ambigu.
n. arcif. : Noyau arciforme.
XII : Nerf grand hypoglosse.

venues des noyaux de Goll et de Burdach se recourbent dans la couche interolivaire, tandis que les fibres en connexion avec la racine descendante des nerfs glosso-pharyngien, pneumo-gastrique et trijumeau dépassent cette couche interolivaire pour devenir fibres longitudinales dans la substance blanche immédiatement voisine ; quelques-unes sortent par la fissure médiane longitudinale antérieure, deviennent fibres arciformes externes et antérieures et se rendent, par le pédoncule cérébelleux inférieur, vers le cervelet.

Entre le raphé et les fibres radiculaires de l'hypoglosse, nous retrouvons le faisceau compact de la pyramide antérieure, l'olive accessoire interne, les fibres de la couche interolivaire et le faisceau des voies courte

Les deux olives accessoires ont été écartées l'une de l'autre par une lame repliée de substance grise : c'est l'extrémité inférieure de l'olive proprement dite ou *olive inférieure (nucleus olivaris inferior).*

Prenons maintenant une coupe qui passe par le milieu de l'olive, FIG. 311.

Ce qui frappe sur cette coupe, c'est que le canal central s'est largement ouvert en arrière, et s'est transformé en quatrième ventricule. Vous vous rappelez que, dans sa moitié supérieure, la face postérieure de la moelle allongée constitue, en effet, le plancher du quatrième ventricule.

Le toit de ce ventricule est représenté par la pie-mère tapissée par l'épithélium épendymaire. Cette pie-mère a été enlevée sur cette coupe. On voit encore de chaque côté un petit prolongement triangulaire avec lequel se continuait l'épithélium épendymaire.

Cette ouverture du canal central est due à l'élargissement du canal et à la disparition des fibres du cordon postérieur. Nous avons vu que

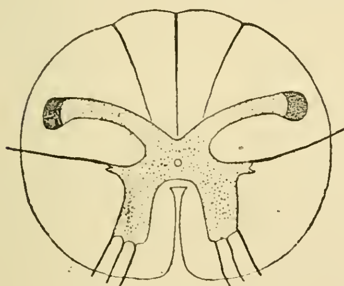


FIG. 312.
Coupe transversale de la moelle cervicale.

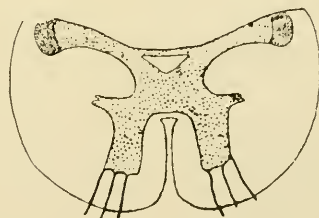


FIG. 313.
La coupe précédente après enlèvement des cordons postérieurs et agrandissement du canal central.

ces fibres se terminent dans les noyaux des faisceaux de GOLL et de BURDACH. Ces masses grises sont formées de cellules nerveuses dont les prolongements cylindraxiles se dirigent horizontalement en avant. Dès que la coupe passe donc au-dessus de la clava, les cordons postérieurs de la moelle ont disparu et il ne reste plus, pour fermer la partie correspondante du canal central, qu'une mince bandelette de substance grise.

Pour bien vous représenter la façon dont se constitue le quatrième ventricule, reprenez une coupe transversale de la moelle cervicale, déjetez les cornes postérieures fortement en dehors, de façon à leur donner une direction transversale, FIG. 312, et enlevez alors toutes les fibres des cordons postérieurs. Le canal central de la moelle ne sera plus fermé en arrière que par une mince lamelle de substance grise, FIG. 313. Le long

de la moelle, cette lamelle grise est formée essentiellement par les fibres de la commissure postérieure. Ces fibres représentent, pour la majeure partie, des collatérales du cordon postérieur; elles disparaîtront donc avec ces cordons. La disparition de ces faisceaux de fibrilles nerveuses affaiblira encore considérablement la voûte du canal central et la réduira exclusivement à l'épithélium épendymaire et à la substance gélatineuse centrale. Ces modifications que nous venons de faire artificiellement sur une coupe de la moelle, la nature les a réalisées vers la partie moyenne de la moelle allongée.

Il suffira d'enlever cette mince lamelle grise pour arriver dans la cavité centrale. Supposez cette cavité considérablement élargie et vous aurez le quatrième ventricule. Le canal central de la moelle épinière se transforme donc en quatrième ventricule, non pas parce que les cordons postérieurs s'écartent angulairement l'un de l'autre pour devenir pédoncules cérébelleux inférieurs, mais parce que les cordons postérieurs s'arrêtent; ils disparaissent en se terminant dans les masses grises nouvelles qui constituent les noyaux des faisceaux de Goll et de Burdach. Les pédoncules cérébelleux inférieurs sont des productions nouvelles dont la structure est toute différente de celle des cordons postérieurs.

Le plancher du quatrième ventricule est formé par de la substance grise. De chaque côté du sillon médian, on trouve le noyau d'origine du nerf hypoglosse. Il occupe, à ce niveau, le sommet inférieur du trigone de l'hypoglosse, ou aile blanche interne, que nous avons signalé sur la face postérieure de la moelle allongée en étudiant sa configuration externe.

En dehors du noyau de l'hypoglosse existe encore un amas de cellules nerveuses, qui correspond à l'aile grise ou trigone du glosso-pharyngien et du vague *(nucleus alae cinereae)*; il constitue, à ce niveau, le *noyau terminal* de la partie sensitive du nerf vague. C'est dans cette masse grise que viennent se terminer, par des ramifications libres, les fibres sensitives de la dixième paire des nerfs craniens.

Entre le trigone de l'hypoglosse et l'aile grise ou noyau terminal des nerfs glosso-pharygien et vague existe un sillon longitudinal : le *sillon limitant* du quatrième ventricule.

Sur la ligne médiane de cette coupe on trouve le raphé.

Du noyau de l'hypoglosse partent les fibres radiculaires qui se dirigent horizontalement en avant pour sortir du bulbe par le sillon qui sépare la pyramide antérieure de l'olive.

Du noyau du vague partent les fibres radiculaires de ce nerf. Elles sortent sur les faces latérales du bulbe un peu en arrière du sillon limitant l'olive.

Par ces fibres radiculaires de l'hypoglosse et du vague, chaque moitié de la coupe se trouve divisée en trois zones.

Une zone interne comprise entre le raphé et les fibres du nerf hypoglosse. Elle comprend d'arrière en avant :

1° les fibres courtes qui correspondent au faisceau fondamental du cordon antérieur et qui vont constituer bientôt le faisceau longitudinal postérieur;

2° les fibres sensitives qui constituent la couche du cordon de Reil ou couche interolivaire;

3° l'olive accessoire interne ou noyau pyramidal;

4° le faisceau volumineux qui constitue la pyramide antérieure;

5° une masse grise triangulaire située sur la face antérieure de la pyramide, appelée *noyau arciforme (nuclei arcuati);* et

6° les fibres arciformes externes et antérieures.

Une zone moyenne limitée par les fibres radiculaires du nerf hypoglosse et ceux du nerf pneumo-gastrique ou vague. Elle comprend :

1° une partie des fibres arciformes internes;

2° l'olive;

3° l'olive accessoire externe;

4° une partie du cordon latéral, formée principalement par les fibres du faisceau fondamental; et

5° un amas de cellules nerveuses appelé *noyau ambigu (nucleus ambiguus).*

Nous avons vu que, à partir de la décussation des pyramides, la corne antérieure de la moelle épinière n'a plus de limites précises; elle se mêle intimement avec des fibres blanches pour constituer la substance réticulaire grise. A certains niveaux, les cellules nerveuses de cette corne antérieure se réunissent en un amas plus ou moins compact appelé *noyau*. C'est ce qui s'est fait au niveau de la moelle allongée auquel correspond la coupe de la FIG. 311. Cette corne antérieure est formée essentiellement de cellules motrices; aussi le noyau ambigu est-il un noyau moteur. Il occupe une grande étendue du bulbe.

Dans sa partie inférieure, il donne origine aux fibres du nerf accessoire de Willis. Sa partie moyenne constitue le noyau moteur du nerf vague, tandis que sa partie supérieure devient le noyau d'origine de la partie motrice du glosso-pharyngien.

Une zone externe limitée en dedans par les fibres du nerf vague. On y trouve :

1° la racine descendante du glosso-pharyngien et du vague avec la masse grise voisine;

2° une partie encore du noyau de Burdach, *nB* ;
3° la substance gélatineuse de Rolando et
4° la racine descendante du nerf trijumeau, *V*, recouverte en dehors par
5° le commencement du pédoncule cérébelleux inférieur.

Littérature.

Singer et Munzer : *Beitrag zur Anatomie des Centralnervensystems.* Abhandl. d. Wiener Akad., 1890. — Mott : cité d'après Marinesco : *Localisations sensitives et motrices dans la moelle épinière et leurs applications cliniques.* La Semaine Médicale. 1896, p. 263.

VINGT-UNIÈME LEÇON

La structure interne du myélencéphale *(Suite)*.

Etude d'une série de coupes transversales faites dans la partie supérieure du myélencéphale. — La circulation du myélencéphale. — Les nerfs périphériques qui dépendent du myélencéphale : Le nerf hypoglosse.

Nous avons vu, dans la dernière leçon, la structure interne de la partie inférieure de la moelle allongée. En comparant des coupes transversales prises à différents niveaux du bulbe à une coupe de la moelle cervicale, nous avons vu des modifications importantes survenir insensiblement dans la disposition et la structure de la substance blanche et de la substance grise.

A. Modifications dans la substance grise :

1° Les cornes postérieures, déjetées en dehors, se séparent de plus en plus de la périphérie de la moelle, d'abord par les fibres de la racine descendante du nerf trijumeau, ensuite par les fibres du faisceau cérébelleux.

2° Les cornes antérieures se séparent de la masse grise centrale par le passage des fibres motrices se rendant de la pyramide antérieure du bulbe dans le cordon latéral du côté opposé de la moelle épinière. Ces fibres quittent, en effet, la face antérieure du bulbe, croisent la ligne médiane au fond de la fissure médiane, traversent la substance grise à la base de la corne antérieure et se rendent dans le cordon latéral de la moelle, où elles constituent le faisceau pyramidal croisé ou latéral. La corne antérieure, devenue indépendante de la masse grise voisine, perd ses contours réguliers et se mêle plus ou moins avec les fibres de la substance blanche. A ce mélange intime de substance blanche et de substance grise, on donne le nom de *substance réticulaire grise*. A certains endroits, cependant, les cellules nerveuses de cette corne antérieure se réunissent en groupe et constituent un noyau de cellules motrices; tel le *noyau ambigu*, d'où partent, dans la partie du bulbe que nous avons étudiée, les fibres radiculaires de la partie supérieure du nerf accessoire de Willis et de la partie inférieure du nerf pneumogastrique.

3° La commissure grise postérieure, considérablement amincie par suite de la disparition des cordons postérieurs, se réduit au simple épithélium épendymaire. Celui-ci recouvert par la pie-mère représente à lui seul la voûte du quatrième ventricule.

4° L'apparition des masses grises nouvelles :

a) dans le faisceau de Goll : *le noyau du faisceau de Goll* ;

b) dans le faisceau de Burdach : *le noyau du faisceau de Burdach.* Ces deux masses grises constituent des *noyaux terminaux* pour les fibres constitutives du cordon postérieur. C'est dans ces masses grises que ces fibres du cordon postérieur viennent se terminer par des ramifications libres.

Des cellules nerveuses qui constituent ces noyaux partent des prolongements cylindraxiles, dont les uns vont constituer, après entrecroisement sur la ligne médiane, la couche centrale des fibres sensitives, ou couche interolivaire; dont les autres se rendent au cervelet par le pédon-

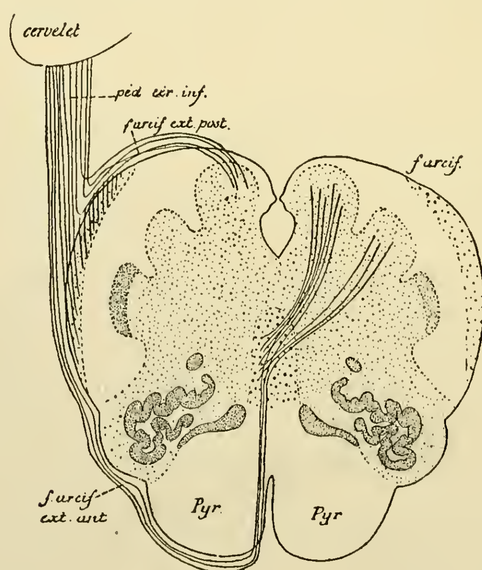


FIG. 314.
Schéma montrant le trajet des fibres provenant des noyaux du faisceau de Goll et du faisceau de Burdach (imité de Edinger).

cule cérébelleux inférieur, soit directement en devenant fibres arciformes externes et postérieures (Edinger), soit indirectement en devenant fibres arciformes internes, puis fibres arciformes externes et antérieures, FIG. 314.

c) dans la profondeur même du bulbe : d'abord l'olive accessoire

interne et l'olive accessoire externe, puis la lame repliée qui constitue l'olive proprement dite.

B. Modifications dans la substance blanche :

1e Le faisceau pyramidal du cordon latéral quitte ce cordon pour se rendre dans la pyramide antérieure du côté opposé du bulbe.

2° Les cordons postérieurs disparaissent. Les fibres qui les constituent se terminent dans les noyaux des faisceaux de Goll et de Burdach.

3° Le faisceau cérébelleux quitte le cordon latéral. Il se dirige en arrière et en dehors et va prendre part à la constitution du pédoncule cérébelleux inférieur.

4° De nouveaux faisceaux de fibres nerveuses apparaissent ; ils constituent la racine descendante ou spinale du nerf trijumeau et la racine descendante du nerf glosso-pharyngien et du nerf vague.

5° Il existe dans la partie inférieure de la moelle allongée deux entrecroisements de fibres nerveuses :

a) l'entrecroisement des fibres motrices qui se fait à la partie inférieure du bulbe, au fond de la fissure médiane longitudinale antérieure.

b) l'entrecroisement des fissures sensitives qui a lieu, au dessus de l'entrecroisement des fibres motrices, directement au-devant du canal central.

A ces modifications survenues dans la substance blanche et dans la substance grise s'ajoutent encore l'élargissement du canal central et sa transformation en quatrième ventricule.

Les modifications dans la substance blanche amènent comme conséquences :

1° La disparition des cordons postérieurs et de la commissure postérieure; celle-ci se trouve réduite à l'épithélium épendymaire.

2° La diminution en volume du cordon latéral par suite du départ du faisceau pyramidal et du faisceau cérébelleux. Le cordon latéral se réduit donc aux fibres du faisceau fondamental.

3° L'augmentation en volume du cordon antérieur par l'arrivée, dans ce cordon, des fibres du faisceau pyramidal du cordon latéral et des fibres de la voie sensitive.

Ce cordon antérieur se trouve ainsi constitué en allant d'avant en arrière :

a) des fibres motrices : la pyramide antérieure;

b) des fibres sensitives : la couche interolivaire ; et

c) des fibres courtes : le faisceau fondamental se continuant à ce niveau avec le faisceau longitudinal postérieur.

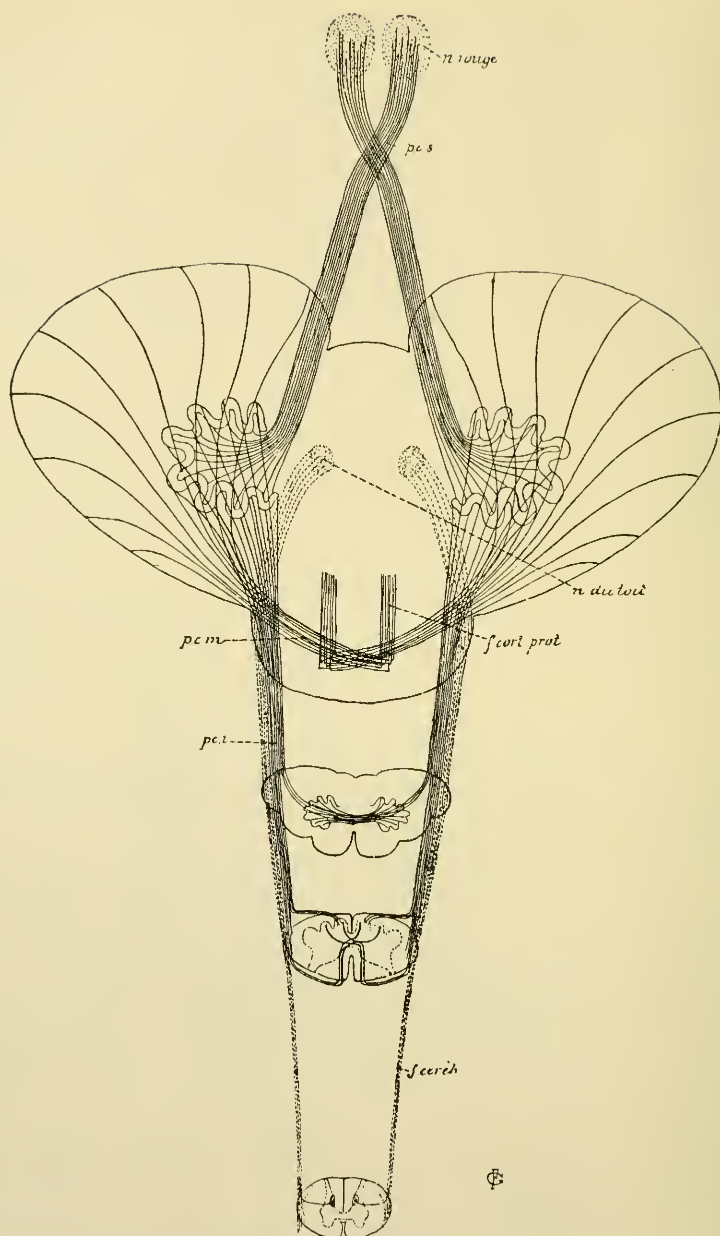


Fig. 315.

Schéma montrant le mode de constitution des pédoncules cérébelleux.

f. cérćb. : Faisceau cérébelleux.
pci : Pédoncule cérébelleux inférieur.
pcm : Pédoncule cérébelleux moyen.
f. cort. prot. : Faisceaux cortico-protubérantiels.
pcs : Pédoncule cérébelleux supérieur.

4° L'apparition d'un nouveau faisceau de fibres nerveuses : le *pédoncule cérébelleux inférieur*. Il se constitue insensiblement, FIG. 315 :

a) par les fibres du faisceau cérébelleux du même côté de la moelle;

b) par les fibres arciformes externes et postérieures venant des noyaux des faisceaux de GOLL et de BURDACH du même côté;

c) par les fibres arciformes externes et antérieures venant des noyaux de GOLL et de BURDACH du côté opposé.

d) Enfin, ainsi que nous le verrons tantôt, ce pédoncule cérébelleux reçoit encore les fibres de l'olive du côté opposé.

Nous allons voir aujourd'hui la structure interne de la partie supérieure de la moelle allongée.

La FIG. 316 représente une coupe transversale du bulbe prise quelques millimètres au-dessus de la dernière coupe que nous avons étudiée. Le canal central est ici plus largement ouvert. Sur la ligne médiane, nous avons toujours le raphé qui a partout la même constitution.

En dehors du raphé, tout près de la face dorsale libre, existe encore le noyau d'origine du nerf hypoglosse. Les fibres radiculaires, qui partent de ce noyau, se dirigent en avant et en dehors, traversent une partie de la lame grise de l'olive et sortent par le sillon collatéral antérieur du bulbe.

Entre le raphé et les fibres radiculaires de l'hypoglosse, on trouve les mêmes éléments que sur les coupes précédentes :

1° la continuation des fibres du faisceau fondamental du cordon antérieur;

2° les fibres de la couche interolivaire;

3° les fibres de la pyramide antérieure avec le noyau arciforme, entourées par les fibres arciformes externes et antérieures.

Sur le plancher du quatrième ventricule, en dehors du noyau de l'hypoglosse, existe une masse de cellules nerveuses : c'est le *noyau terminal sensitif* du nerf vague ou la partie inférieure du *noyau de l'aile grise*. Les fibres qui y pénètrent traversent horizontalement le bulbe, croisent la racine descendante du nerf trijumeau et sortent par la face latérale de la moelle allongée.

En dedans de ces fibres radiculaires, on trouve l'olive en plein développement, l'olive accessoire externe et une partie du *noyau ambigu*. De ce noyau, on voit partir des fibres radiculaires qui se dirigent en arrière et en dedans; arrivées près de la racine descendante du glosso-pharyngien et du vague, ces fibres se recourbent en dehors et se joignent aux fibres

qui viennent du noyau terminal sensitif. Ce sont les fibres de la partie motrice de la dixième paire des nerfs craniens.

En dehors des fibres radiculaires de ce dernier nerf, on voit :

1° La coupe de la racine descendante du nerf glosso-pharyngien et du nerf vague avec la masse grise voisine ou *noyau du faisceau solitaire*

2° Un faisceau volumineux de fibres nerveuses qui se trouve un peu en dehors de cette racine descendante ; il constitue la racine descendante de la partie vestibulaire du nerf acoustique. Cette racine est accompagnée d'une colonne de substance grise : le *noyau spinal du nerf vestibulaire.*

3° La coupe de la racine descendante du nerf trijumeau avec le *noyau spinal* du même nerf.

4° Une partie du noyau du faisceau de Burdach et

5° le commencement du pédoncule cérébelleux inférieur.

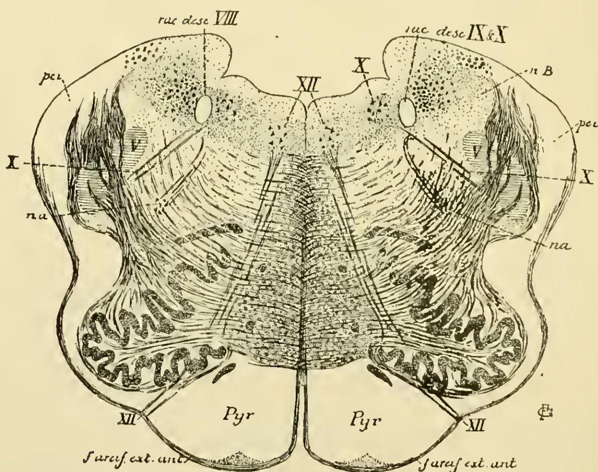


Fig. 316.

Coupe correspondant au plan de section 8, de la fig. 303.

XII : Noyau d'origine et fibres radiculaire du nerf hypoglosse.
X : Noyau terminal sensitif et fibres radiculaires du nerf pneumo-gastrique.
nB : Noyau du faisceau de Burdach.
pci : Pédoncule cérébelleux inférieur.
na : Noyau ambigu.

Les fibres horizontales qui traversent cette coupe portent toujours le nom de *fibres arciformes internes.* On ne connaît pas l'origine de toutes ces fibres nerveuses. Un certain nombre proviennent encore du noyau du faisceau de Burdach et se rendent dans la couche interolivaire, ou bien deviennent, après entrecroisement, fibres arciformes externes et antérieures pour se rendre au pédoncule cérébelleux inférieur ; d'autres

provienment du noyau de l'aile grise ou bien encore des masses grises voisines de la racine spinale du trijumeau et de la racine descendante du glosso-pharyngien et du vague; ces fibres passent en grande partie la ligne médiane et se rendent dans la partie postérieure de la substance réticulaire grise ou *formation réticulaire* comprise entre le noyau d'origine de l'hypoglosse, le noyau du faisceau solitaire et la masse grise voisine de la racine spinale du trijumeau (Cajal).

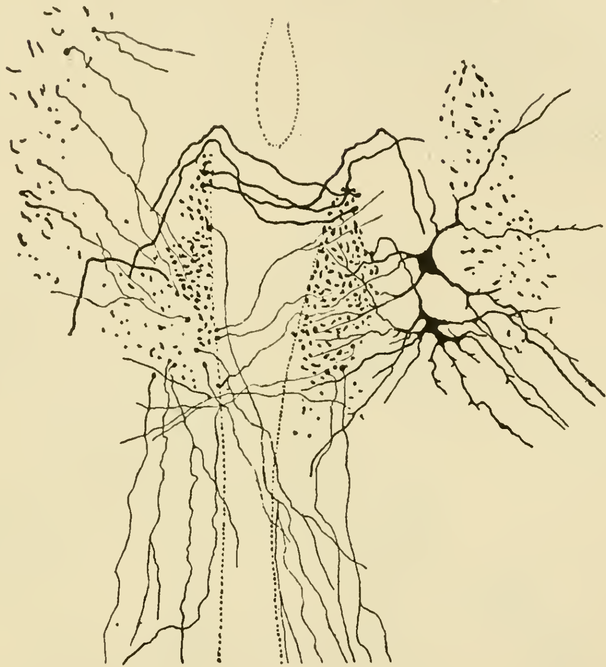


Fig. 317.
Partie médiane d'une coupe transversale du bulbe d'un embryon de poulet âgé de 14 jours.

Un certain nombre de ces fibres arciformes proviennent de cellules nerveuses éparpillées dans la substance réticulaire grise et se rendent dans le faisceau longitudinal postérieur soit du même coté, soit du côté opposé, fig. 317 et 318.

Ce qui doit vous frapper, ce sont les faisceaux épais de fibres nerveuses qui traversent la racine descendante du nerf trijumeau pour se rendre au pédoncule cérébelleux inférieur. Ces fibres relient, par le pédoncule

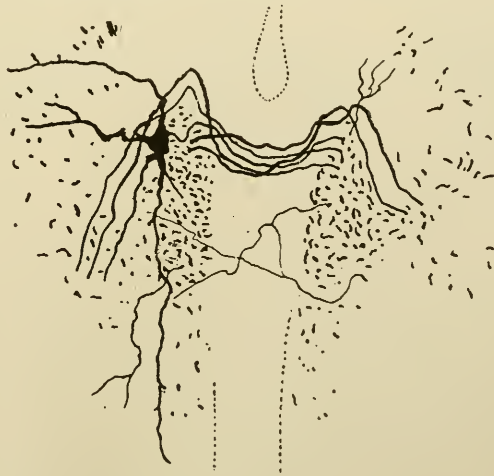


Fig. 318.
Partie médiane d'une coupe transversale du bulbe d'un embryon de poulet âgé de 14 jours.

cérébelleux inférieur, l'olive bulbaire d'un côté à l'hémisphère cérébelleux du côté opposé et sont connues sous le nom de *fibres cérébello-olivaires*.

La coupe de la FIG. **319** ne présente pas de grandes modifications. Le quatrième ventricule est devenu, à ce niveau, plus large encore que sur la coupe précédente. Le noyau du faisceau de BURDACH a entièrement disparu. Sa place est occupée par la racine descendante du nerf vestibulaire qui est devenue plus volumineuse. Le pédoncule cérébelleux inférieur est

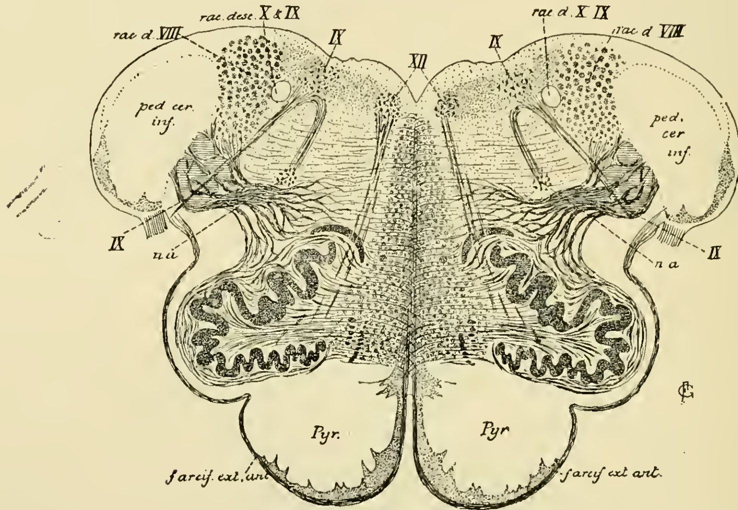


FIG. **319.**

Coupe correspondant au plan de section 9, de la FIG. **303**.

entièrement constitué. Le noyau arciforme de la pyramide antérieure a pris un développement beaucoup plus considérable. Le noyau ambigu appartient, à ce niveau, à la partie motrice du nerf glosso-pharyngien, de même que la masse grise placée en dehors du noyau de l'hypoglosse constitue le noyau terminal pour les fibres sensitives de la neuvième paire.

La coupe de la FIG. **320** montre des modifications beaucoup plus importantes. Le noyau et les fibres radiculaires du nerf hypoglosse ont disparu. Le noyau ambigu, origine motrice du glosso-pharyngien et du vague, a également disparu. On trouve encore, sur le côté, quelques fibres radiculaires du nerf glosso-pharyngien, en même temps que l'on voit les fibres de la racine descendande de ce nerf prendre une direction horizontale et sortir du bulbe avec les fibres motrices.

La coupe appartient tout entière au domaine du nerf acoustique. Ce nerf arrive au pédoncule cérébelleux inférieur et s'y divise en deux racines :

une *racine interne* qui passe en dedans du pédoncule et une *racine externe* qui contourne ce pédoncule en dehors.

A l'endroit où le nerf acoustique se divise, on trouve une masse grise nouvelle constituant le noyau terminal pour les fibres de la racine externe ou racine cochléaire. Cette masse grise est formée de deux parties distinctes : une partie externe appelée *tubercule latéral* appartenant à la voie acoustique dorsale et une partie interne, qui constitue le *noyau accessoire* ou *noyau externe* du nerf de la huitième paire, appartenant à la voie acoustique ventrale.

En dedans du pédoncule cérébelleux inférieur, on voit la coupe de la racine descendante du nerf trijumeau et, plus en arrière, celle de la racine descendante de la racine vestibulaire du nerf acoustique.

Sur le plancher du quatrième ventricule courent des fibres horizontales : ce sont les *stries acoustiques* ou *stries médullaires (striae medullares)*. Elles proviennent du tubercule latéral ; arrivées sur la ligne médiane, elles s'enfoncent dans le bulbe soit directement comme sur la FIG. **320**, soit après entrecroisement sur la ligne médiane.

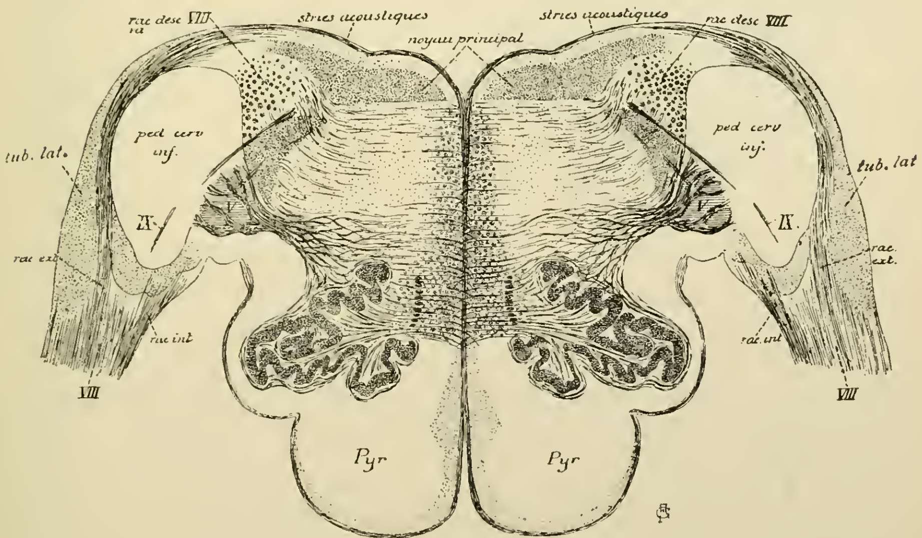


FIG. **320**.
Coupe correspondant au plan de section 10, de la FIG. **303**

En dessous de ces fibres blanches, tout le plancher du quatrième ventricule est occupé par une masse grise volumineuse qui correspond à la région acoustique et qui représente le *noyau dorsal* ou *noyau principal* du nerf de la huitième paire.

Les autres détails de la figure sont les mêmes que sur la coupe précédente.

La moelle allongée est une des parties les plus importantes de l'axe cérébro-spinal. Sa structure interne est cependant loin d'être connue. On commence seulement à en entrevoir les grandes lignes. On sait que les fibres de la voie pyramidale et de la voie sensitive la tranersent. Les coupes que nous avons étudiées vous renseignent sur leur position exacte.

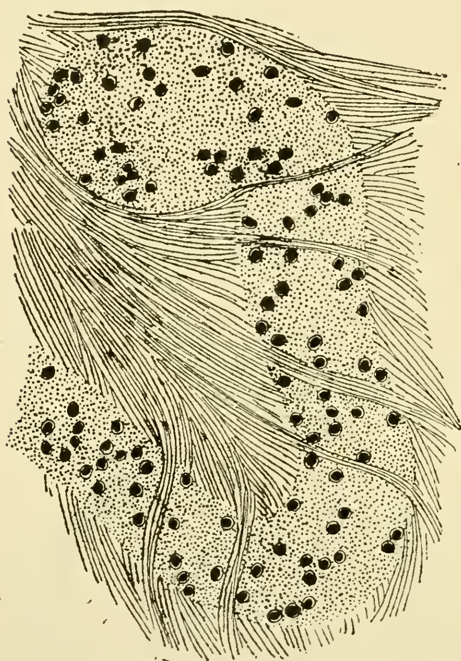


Fig. 321.
Une partie de la lame grise de l'olive bulbaire; coloration par la nigrosine.

Le faisceau pyramidal, en traversant, de haut en bas, la pyramide du bulbe, diminue insensiblement de volume parce que, dans ce trajet, un grand nombre de fibres nerveuses quittent ce faisceau pour se rendre, après entrecroisement dans le raphé, dans les masses grises qui représentent les noyaux d'origine des nerfs moteurs périphériques : le noyau de l'hypoglosse et toute la colonne grise qui forme le noyau ambigu. Arrivées dans ces masses grises, ces fibres pyramidales s'y terminent, par des ramifications libres, autour des cellules d'origine des neurones moteurs périphériques : elles établissent ainsi, d'une façon croisée, la connexion motrice cortico-bulbaire.

La voie sensitive centrale traverse le myélencéphale de bas en haut, en augmentant insensiblement de volume parce que, dans ce trajet, elle reçoit les nombreuses fibres nerveuses qui représentent les prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses qui forment les masses grises dans lesquelles se terminent les neurones sensitifs périphériques du nerf glosso-pharyngien, du nerf vague et du nerf trijumeau : c'est-à-dire le noyau de l'aile grise, toute l'étendue de la colonne grise voisine de la racine descendante des nerfs glosso-pharyngien et vague et connue sous le nom

de *noyau du faisceau solitaire (nucleus tractus solitarii)* et le noyau terminal des fibres de la racine spinale du trijumeau. Ces masses grises représentent donc à la fois les *noyaux terminaux* pour les neurones sensitifs périphériques et les *noyaux d'origine* pour les neurones sensitifs de la voie centrale.

On sait encore que le nerf grand hypoglosse, la partie bulbaire du nerf accessoire de Willis, les nerfs pneumo-gastrique et glosso-pharyngien y trouvent l'origine réelle de leurs fibres motrices et la terminaison de leurs fibres sensitives. La série de coupes que nous y avons pratiquées vous montre la position absolue et relative de ces différentes masses grises.

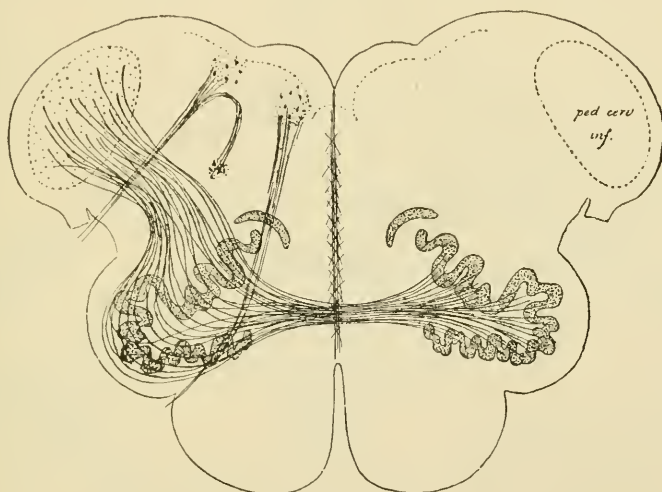


Fig. **322.**
Schéma montrant les relations de l'olive du bulbe avec le pédoncule cérébelleux inférieur et, par là, avec le cervelet.

Enfin, il résulte de recherches récentes que, dans toute l'étendue de la substance réticulaire grise du myélencéphale, il existe de nombreuses cellules nerveuses éparpillées entre les fibres nerveuses et dont le prolongement cylindraxile va devenir une fibre constitutive ascendante ou descendante, quelquefois même, après bifurcation, à la fois ascendante et descendante de l'un ou l'autre des faisceaux blancs du bulbe. Ces cellules représentent, dans le bulbe, les cellules des cordons de la moelle épinière. On ne connaît pas le trajet exact de toutes ces fibres nerveuses. Le seul point que nous pouvons avancer avec certitude, c'est que, dans la moelle embryonnaire du poulet, un certain nombre de ces cellules nerveuses envoient leur prolongement cylindraxile dans le faisceau longitudinal postérieur du même côté ou du côté opposé, fig. **317** et **318**.

Sur tous les autres points de la structure de la moelle allongée, on ne peut émettre que des hypothèses.

Nous avons vu que l'olive du bulbe est constituée par une lamelle de substance grise repliée sur elle-même. Cette lamelle grise est formée d'un nombre incalculable de cellules nerveuses, FIG. 321. On n'en connaît pas la valeur physiologique. Tout ce que l'on sait, c'est qu'après la destruc-



FIG. 323.

Quelques cellules nerveuses de l'olive bulbaire d'un chien nouveau né.

tion d'un hémisphère du cervelet on observe l'atrophie de l'olive du côté opposé du bulbe.

Ce fait prouve qu'il existe une connexion anatomique entre chaque hémisphère cérébelleux et l'olive du côté opposé par un faisceau de fibres nerveuses que l'on désigne sous le nom de *fibres cérébello-olivaires*, FIG. **322**, sans que l'on ait pu établir jusqu'ici, d'une façon certaine, l'endroit où ces fibres cérébello-olivaires ont leurs cellules d'origine et l'endroit où elles se terminent.

Les quelques recherches que nous avons faites, avec la méthode de GOLGI, sur la structure de l'olive de chats et de chiens nouveau-nés ainsi que de l'olive bulbaire d'embryons humains, nous la montrent constituée d'un plexus inextricable de fines fibrilles nerveuses se terminant dans l'olive et d'un nombre considérable de cellules nerveuses volumineuses; ces cellules sont pourvues de nombreux prolongements protoplasmatiques, qui se terminent dans le voisinage de la cellule d'origine en se pliant et en se repliant sur eux-mêmes, FIG. **323**, et d'un prolongement cylindraxile, qui tantôt se rend, par le raphé, dans la moitié opposée du bulbe, tantôt se rend dans le

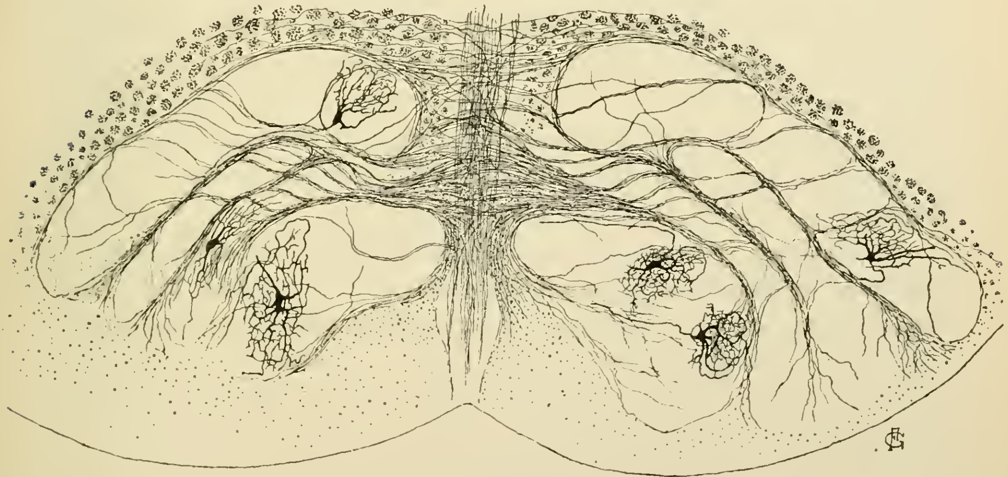


FIG. **324**.
Coupe transversale de l'olive bulbaire d'un chat nouveau-né.

bulbe du même côté de l'olive, sans que nous ayons pu le poursuivre sur une longueur suffisante pour nous rendre compte de sa destination, FIG. **324**.

Nos connaissances concernant la valeur physiologique de l'olive bulbaire entreraient dans une véritable voie de progrès réels si l'on parvenait à établir, d'une façon précise et certaine, les connexions anatomiques de l'olive; c'est-à-dire, d'une part, l'origine de toutes les ramifications cylindraxiles qui se terminent dans cette lamelle repliée de substance grise et, d'autre part,

la destination du prolongement cylindraxile né de chacune de ses cellules nerveuses. Kölliker et Cajal ont essayé, dans ces derniers temps, d'élucider ces problèmes, mais ils sont arrivés à des résultats tout-à-fait opposés.

Kölliker admet que les fibrilles nerveuses qui se terminent dans l'olive bulbaire représentent les ramifications terminales des prolongements cylindraxiles d'un certain nombre de cellules de Purkinje du cervelet ou *fibres de Purkinje*. Celles-ci gagnent l'olive bulbaire en passant par le pédoncule cérébelleux inférieur. Les fibres cérébello-olivaires représentent donc, pour lui, une voie centrifuge formée de fibres nerveuses ayant leurs cellules d'origine dans les cellules de Purkinje du cervelet et se terminant, par des ramifications libres, autour des cellules constitutives de l'olive. Cette voie cérébello-olivaire serait une voie directe, reliant l'écorce cérébelleuse d'un hémisphère à l'olive bulbaire du côté correspondant.

Nous nous permettons de faire remarquer, en opposition avec cette manière de voir, que :

1° Si cette connexion cérébello-olivaire s'établit comme Kölliker le pense, *d'une manière directe*, on ne comprend plus pourquoi la lésion d'un hémisphère cérébelleux entraine à sa suite l'atrophie de l'olive bulbaire du côté opposé. Ce fait anatomo-pathologique prouve, à nos yeux, d'une façon incontestable que la voie cérébello-olivaire doit être, avant tout, une voie croisée.

2° Nous admettons avec Kölliker que le pédoncule cérébelleux inférieur renferme à la fois des fibres centripètes et des fibres centrifuges ; mais, pour nous, contrairement à la manière de voir de Kölliker, nous pensons que ces fibres centrifuges descendent, par le pédoncule cérébelleux inférieur jusque dans la moelle épinière. Pour admettre cette manière de voir, nous nous basons sur ces deux faits :

a) Nous avons pu poursuivre, chez la truite, le prolongement cylindraxile d'une cellule de Purkinje jusque dans la moelle épinière.

b) A la suite de lésions cérébelleuses, Marchi et Thomas ont observé des fibres en dégénérescence dans le pédoncule cérébelleux inférieur et dans la partie antérieure du cordon latéral de la moelle.

Partant de l'idée que les fibres cérébello-olivaires se terminent dans l'olive, Kölliker recherche la destinée du prolongement cylindraxile des cellules constitutives de l'olive bulbaire ou des *fibres olivaires*. Il pense que les fibres, nées dans l'olive bulbaire d'un côté, se dirigent horizontalement en dedans, passent la ligne médiane, traversent l'olive du côté opposé, puis se recourbent en bas pour descendre jusque dans le faisceau fondamental du cordon latéral de la moelle et se mettre en

connexion, par leurs ramifications terminales, avec les cellules radiculaires de la corne antérieure.

Les fibres cérébello-olivaires et les fibres olivo-spinales établiraient ainsi une connexion anatomique centrifuge et croisée entre l'écorce cérébelleuse et les cellules d'origine des nerfs moteurs de la moelle épinière.

Cajal a publié, au mois d'août 1894, les résultats de ses recherches sur les dégénérescences consécutives à l'extirpation de petites zones de substance grise corticale du cervelet chez le cobaye. Il a trouvé en dégénérescence une bonne partie des fibres arciformes externes et antérieures ; celles-ci contournent l'olive du même côté, passent le raphé et pénètrent dans le pédoncule olivaire du côté opposé. Il a observé aussi des fibres dégénérées dans la substance réticulaire grise allant se continuer avec les fibres du cordon antéro-latéral de la moelle épinière. Contrôlant ces observations avec la méthode de Golgi chez des cobayes et des souris nouveau-nés, il a pu se convaincre que les fibres de Purkinje se terminent positivement entre les cellules de l'olive, par des ramifications libres. Quant aux cellules de l'olive, ses observations ne sont pas suffisantes pour pouvoir établir le trajet et la destination des prolongements cylindraxiles.

Ce travail de Cajal semblait donc confirmer la manière de voir de Kölliker : les fibres cérébello-olivaires viennent du cervelet et se terminent dans l'olive ; avec cette différence cependant que, pour Cajal, ces fibres se rendent dans l'olive du côté opposé.

Au mois de février 1895, Cajal a publié un second travail sur les connexions de l'olive bulbaire, dans lequel il ne parle plus des résultats de son travail publié six mois avant et dans lequel il formule des conclusions tout-à-fait différentes.

Alors que, au mois d'août 1894, il affirmait avoir vu positivement les prolongements cylindraxiles des cellules de Purkinje se terminer entre les cellules de l'olive en y produisant, par leurs ramifications terminales, un plexus inextricable, il déclare maintenant que ces fibrilles nerveuses de l'olive représentent les ramifications de nombreuses collatérales venant des fibres nerveuses voisines : *collatérales antérieures* venant des fibres des faisceaux pyramidaux, *collatérales antéro-externes* nées des fibres nerveuses représentant la continuation, dans le bulbe, du faisceau fondamental du cordon latéral de la moelle, *collatérales latérales* venant des fibres qui longent la face latérale de l'olive et *collatérales postérieures* sortant des fibres de la couche interolivaire.

Les prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses de l'olive passent, en majeure partie, la ligne médiane et ont pu être poursuivis jusque en dehors

de l'olive. Cajal n'a jamais vu une de ces fibres se recourber en bas pour devenir une fibre longitudinale et pénétrer dans la moelle, comme l'admet Kölliker. Il croit que ces fibres olivaires se continuent avec les fibres arciformes internes pour se rendre au cervelet. Aussi admet-il l'hypothèse anatomique courante qui considère les cellules de l'olive bulbaire comme le point de départ d'une partie des fibres du pédoncule cérébelleux inférieur. Il existerait donc deux voies olivo-cérébelleuses : une voie directe et une voie croisée. Cajal ne nie cependant pas l'existence d'une autre espèce de fibres nerveuses ; il croit, avec Kölliker, que quelques fibres grosses, abondamment ramifiées dans l'olive, représentent *peut-être* les cylindre-axes des cellules de Purkinje du cervelet.

Les connexions cérébello-olivaires sont donc loin d'être éclaircies. Ce qui, dans l'état actuel de la science paraît le plus probable, c'est que les fibres cérébello-olivaires établissent une connexion entre l'olive bulbaire d'un côté et l'hémisphère cérébelleux du côté opposé.

Nous verrons, en étudiant la protubérance annulaire, qu'il existe là aussi des amas de substance grise connus sous le nom de *noyaux du pont* et dont les cellules nerveuses envoient leurs prolongements cylindraxiles dans l'hémisphère cérébelleux soit du même côté, soit du côté opposé. Ces fibres ponto-cérébelleuses représenteraient donc, dans le métencéphale, les fibres olivo-cérébelleuses du myélencéphale. Ce qui apporte à cette manière de voir un appui considérable, c'est que les fibres pyramidales, en traversant la protubérance annulaire et la moelle allongée envoient des ramifications collatérales dans les noyaux du pont et dans la masse grise de l'olive bulbaire. Les fibres ponto-cérébelleuses et olivo-cérébelleuses pourraient donc représenter une connexion indirecte entre la zone motrice de l'écorce cérébrale et l'écorce cérébelleuse.

La circulation du myélencéphale,

Circulation artérielle. Un chapitre important de la structure du bulbe, c'est l'étude de l'origine, du trajet et de la terminaison de ses artères nourricières.

Les artères de la moelle allongée ont été l'objet de recherches spéciales de la part de Duret. Nous lui emprunterons, dans ses traits essentiels, la description qui va suivre.

Toutes les artères qui arrivent au bulbe proviennent, comme branches collatérales, des deux artères vertébrales.

Vous savez que les artères vertébrales naissent des artères sous-clavières. La vertébrale gauche est généralement plus volumineuse que la vertébrale droite. Elle provient de l'artère sous-clavière correspondante un peu avant que cette artère ne se recourbe en dehors pour s'engager entre les muscles scalènes. Elle se trouve donc dans l'axe même de l'ondée

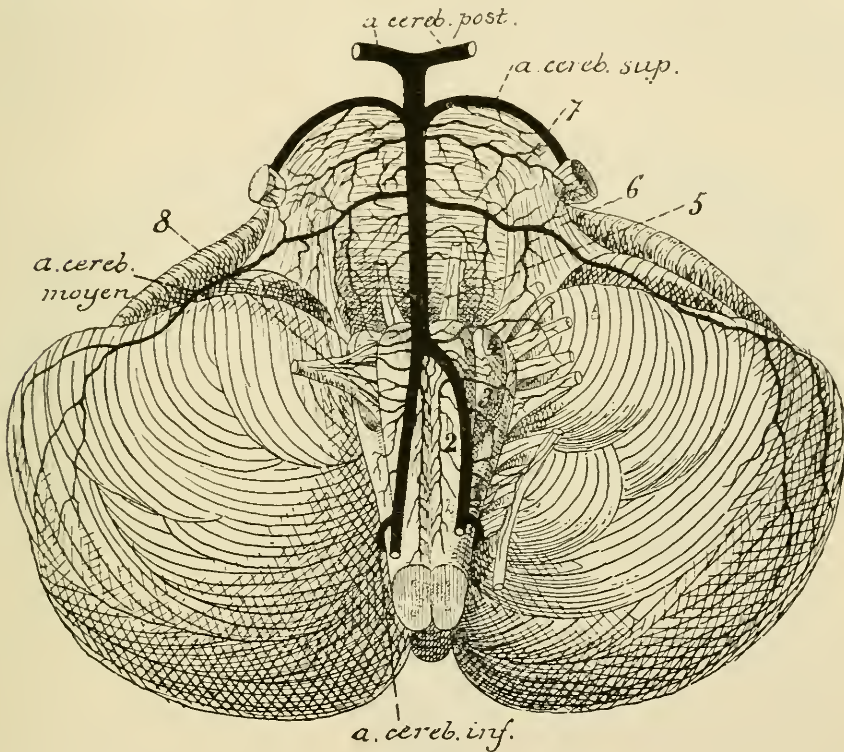


Fig. 325.

Les artères de la face antérieure de la moelle allongée et de la protubérance annulaire (d'après Duret).

1. Artères radiculaire du nerf accessoire de Willis.
2. Artères spinales antérieures.
3. Artères radiculaires du nerf pneumogastrique.
4. Artères radicu'aires du nerf glosso-pharyngien.
5. Artères radiculaires du nerf oculo-moteur externe.
6. Artères radiculaires du facial et de l'acoustique.
7. Artères radiculaires du trijumeau.
8. Artères radiculaires de l'hypoglosse.

sanguine venant du cœur. La vertébrale droite, au contraire, naît de la sous-clavière correspondante, lorsque celle-ci s'est déjà recourbée au-dessus de la première côte.

Chaque artère vertébrale se dirige alors en arrière, passe entre les apophyses transverses de la sixième et de la septième vertèbre cervicale,

puis se recourbe en haut pour monter verticalement, dans un trajet flexueux, à travers les trous transversaires des vertèbres cervicales supérieures. Entre l'axis et l'atlas, elle décrit une forte courbure verticale, puis se recourbe horizontalement en arrière pour contourner les masses latérales de l'atlas. L'artère perfore alors, entre l'arc postérieur de l'atlas et le pourtour postérieur du trou occipital, le ligament occipito-atloïdien postérieur, puis la dure-mère et pénètre ainsi dans la boîte cranienne. Elle se dirige en haut, en avant et en dedans, en contournant quelque

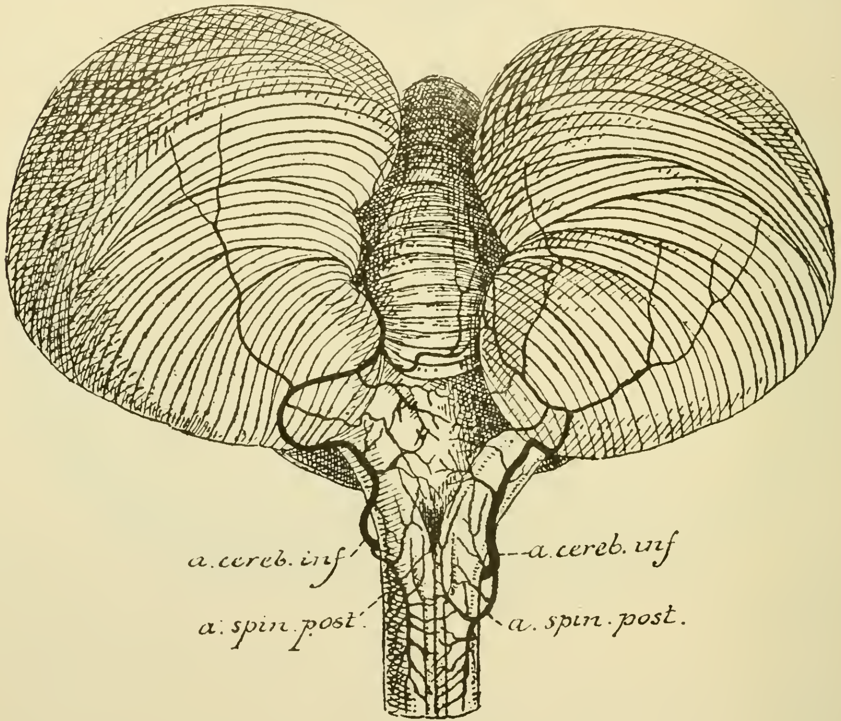


Fig. 326.
Les artères de la face postérieure de la moelle allongée (d'après Duret).

peu la moelle allongée, pour venir se placer entre la moelle allongée et la gouttière basilaire de l'occipital. Pendant ce trajet, elle se rapproche insensiblement de l'artère vertébrale du côté opposé et se fusionne avec elle en un tronc volumineux, le *tronc basilaire*, un peu en dessous de la protubérance annulaire. fig. 325.

Pour arriver du cœur jusqu'à la moelle allongée, l'ondée sanguine se trouve donc considérablement affaiblie par le trajet tortueux des artères vertébrales.

Pendant leur trajet sur la face latérale et la face antérieure du bulbe, les artères vertébrales fournissent de nombreuses artères collatérales.

La plus volumineuse est destinée au cervelet, c'est l'*artère cérébelleuse inférieure*. Elle naît de la vertébrale près de la partie inférieure du bulbe, contourne ce dernier en arrière et en dedans et va se rendre à la face inférieure du cervelet. Au moment où elle décrit sa première courbure, elle donne une branche collatérale, l'*artère spinale postérieure*, destinée à la partie postérieure de la moitié inférieure du bulbe et à la face postérieure de la moelle épinière, FIG. 326.

Tout près de la formation du tronc basilaire, chaque artère vertébrale fournit encore, du côté interne, une artère importante: *l'artère spinale antérieure*. Elle se dirige en bas et en dedans, se réunit sur la ligne médiane avec l'artère spinale du côté opposé et descend sur la face antérieure de la moelle vis-à-vis de la fissure médiane longitudinale antérieure.

De ces gros troncs artériels : artères vertébrales, artère spinale antérieure et artères spinales postérieures, partent des artères plus petites destinées à s'épuiser dans le bulbe : ce sont les *artères nourricières du bulbe*.

Duret les divise en trois groupes :

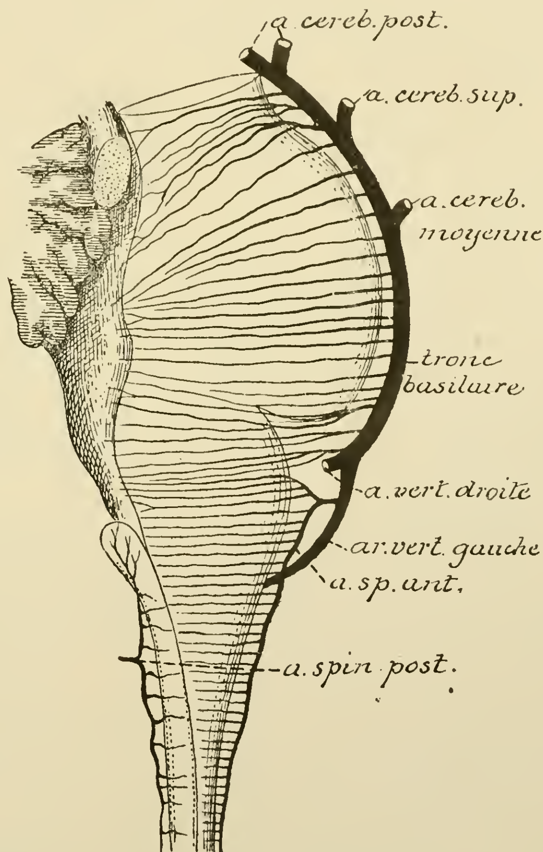


Fig. 327.
Les artères médianes antérieures et postérieures du bulbe et de la protubérance annulaire (d'après Duret.)

1° Les *artères médianes* ou *artères des noyaux* destinées à porter le sang aux noyaux gris du plancher du quatrième ventricule.

2° Les *artères radiculaires* qui accompagnent les fibres radiculaires des nerfs périphériques.

3° Les *artères accessoires* destinées aux couches périphériques du bulbe.

Artères médianes. On les divise, d'après leur situation, en *artères médianes antérieures* et *artères médianes postérieures.*

Les *artères médianes antérieures* naissent de l'artère spinale antérieure — *artères bulbaires proprement dites* de Duret, destinées aux noyaux du nerf hypoglosse et de la partie bulbaire du nerf accessoire de Willis — ou de la partie inférieure du tronc basilaire — *artères sous-protubérantielles* de Duret destinées aux noyaux du vague, du glosso-pharyngien et de l'acoustique —. Elles se dirigent horizontalement en arrière, pénètrent dans la fissure médiane antérieure, traversent le raphé d'avant en arrière, et, arrivées sur le plancher du quatrième ventricule, en dessous de l'épendyme, elles se recourbent en dehors et se terminent dans les noyaux gris de ce plancher, FIG. **327**.

Pendant leur trajet antéro-postérieur dans le bulbe, elles fournissent quelques fines branches collatérales aux parties blanches voisines. Ces artères médianes antérieures correspondent donc aux artères du sillon de la moelle.

Les *artères médianes postérieures* proviennent des artères spinales correspondantes. L'artère spinale postérieure est une branche de l'artère cérébelleuse inférieure. Vous vous rappelez que ces deux artères spinales restent toujours indépendantes. Arrivée sur la face postérieure du bulbe, chacune de ces artères se divise en une branche ascendante destinée à la moitié inférieure du bulbe et une branche descendante qui se rend à la moelle cervicale.

Les branches ascendantes des artères spinales postérieures fournissent, en dehors, des artères plus petites pour les parties latérales du bulbe et, en dedans, des artères très fines qui pénètrent dans le sillon médian postérieur : ce sont les artères médianes postérieures destinées à la substance blanche des cordons postérieurs.

Artères radiculaires. Les artères radiculaires proviennent directement des deux artères vertébrales. Ce sont des artères excessivement fines qui se dirigent transversalement en dehors, pénètrent dans les filets radiculaires des nerfs qui dépendent du bulbe : l'hypoglosse, le spinal, le pneumogastrique et le glosso-pharyngien, puis se divisent en une branche centrale et une branche périphérique. La branche périphérique s'épuise dans la partie voisine du nerf. La branche centrale accompagne les fibres radiculaires jusqu'à leur noyau d'origine et là se résout en réseau capillaire.

Chaque noyau d'origine d'un nerf périphérique reçoit donc le sang artériel de deux sources différentes : des artères médianes voisines et des artères radiculaires, FIG. **328**.

Un fait important à noter c'est que toutes ces artères médianes et radiculaires sont des *artères terminales* dans le sens de Cohnheim, c'est-à-dire que ces artères ne s'anastomosent jamais entre elles, si ce n'est par leur réseau capillaire.

Artères accessoires. Ce sont de petites branches nées des artères vertébrales, des artères radiculaires, spinales ou cérébelleuses inférieures et qui se rendent dans la partie voisine de la substance blanche du bulbe. Parmi

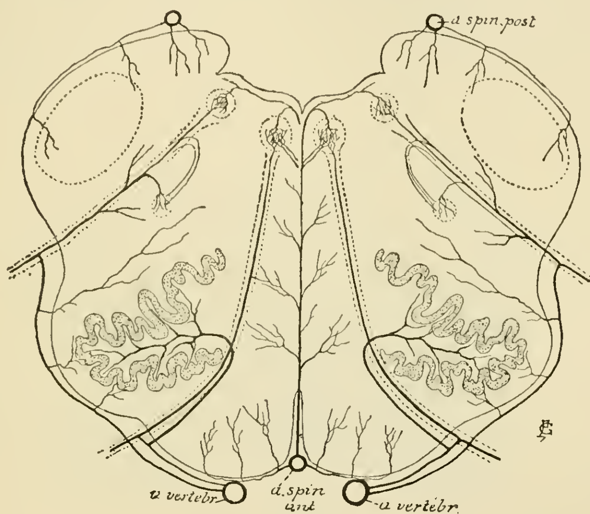


Fig. **328.**
Schéma montrant la distribution des artères nourricières du myélencéphale (construit d'après les descriptions de Duret).

ces artérioles, quelques-unes suivent les filets radiculaires du nerf hypoglosse et pénètrent dans l'olive.

Circulation veineuse. Les veines suivent le trajet des artères et viennent se déverser dans les grosses veines périphériques qui forment plexus à la face externe du bulbe.

Les nerfs périphériques dépendant du myélencéphale,

Nous avons vu que les nerfs périphériques qui dépendent de l'axe cérébro-spinal se divisent en nerfs spinaux et en nerfs cérébraux. Les nerfs spinaux, au nombre de 31 paires, proviennent de la moelle épinière. Les nerfs cérébraux, appelés aussi nerfs craniens, proviennent de l'encéphale. On compte douze paires de nerfs craniens que l'on désigne par leur numéro

d'ordre en allant du cerveau terminal vers le myélencéphale. La première paire, le nerf olfactif, *I*, provient du cerveau terminal ou télencéphale; la deuxième paire, le nerf optique, *II*, dépend du cerveau intermédiaire ou diencéphale. Le nerf oculo-moteur commun, *III*, provient du cerveau moyen ou mésencéphale. Le nerf pathétique, *IV*, — quatrième paire — est en connexion avec l'isthme du rhombencéphale. Les quatre paires suivantes : le nerf trijumeau, *V*, l'oculo-moteur externe, *VI*, le facial, *VII*, et l'acoustique, *VIII*, dépendent du métencéphale. Enfin du myélencéphale proviennent la neuvième paire, le nerf glosso-pharyngien, *IX* ; la dixième paire, le nerf pneumo-gastrique, *X* ; la onzième paire, le nerf accessoire de Willis, *XI* et la douzième paire, le nerf grand hypoglosse, *XII*.

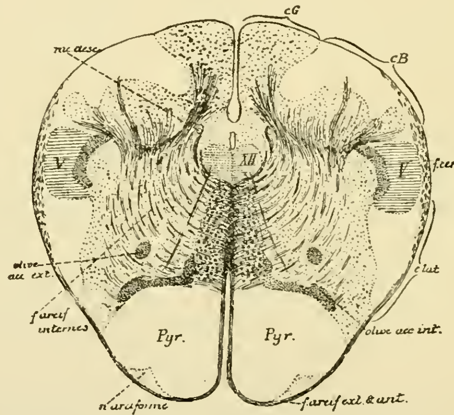


Fig. 329.

Coupe correspondant au plan de section 5 de la fig. 303.

cG : Faisceau de Goll.
cB : Faisceau de Burdach.
V : Racine spinale du nerf trijumeau.
f. cer. : Faisceau cérébelleux.
c. lat. : Cordon latéral.
XII : Noyau d'origine du nerf hypoglosse.
rac. desc. : Racine descendante du glosso-pharyngien et du vague.

Pour compléter l'étude du myélencéphale, il nous reste donc à décrire l'origine réelle, l'origine apparente et le trajet périphérique des quatre dernières paires de nerfs craniens.

XII. Le nerf grand hypoglosse.

Le nerf grand hypoglosse *(n. hypoglossus)* — la douzième paire des nerfs craniens — est un nerf exclusivement moteur. Il provient du bulbe et va innerver tous les muscles de la langue,

Il a son *origine réelle* dans une longue colonne de substance grise située en partie au-devant et en dehors du canal central dans la moitié inférieure de la moelle allongée, FIG. **329**, en partie directement en dessous du plancher du quatrième ventricule, de chaque côté de la ligne médiane, dans la moitié supérieure du bulbe. La partie supérieure de cette colonne grise se trouve au niveau de l'aile blanche interne, que nous avons décrite sur la face postérieure du bulbe et qu'on appelle encore, à cause du voisinage de ce noyau d'origine, le trigone de l'hypoglosse, FIG. **330**. Cette colonne grise est formée de cellules nerveuses volumineuses entremêlées de fibrilles nerveuses.

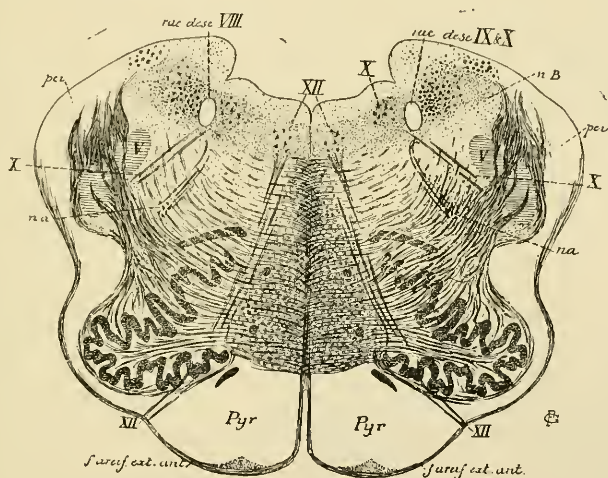


FIG. **330**.

Coupe correspondant au plan de section 8, de la FIG. **303**.

XII : Noyau d'origine et fibres radiculaire du nerf hypoglosse.
X : Noyau terminal sensitif et fibres radiculaires du nerf pneumo-gastrique.
nB : Noyau du faisceau de BURDACH.
pci : Pédoncule cérébelleux inférieur.
na : Noyau ambigu.

Les cellules nerveuses sont des cellules radiculaires. Leur prolongement cylindraxile se dirige horizontalement en avant et en dehors, et devient le cylindre-axe d'une fibre radiculaire. Les prolongements protoplasmiques de ces cellules nerveuses rayonnent dans tous les sens autour de la cellule d'origine. Les plus internes dépassent quelquefois la ligne médiane où ils s'entrecroisent avec ceux du côté opposé, constituant ainsi, entre les noyaux des deux nerfs, une commissure protoplasmatique, FIG. **331**, analogue à celle qui existe, le long de la moelle épinière, entre les cellules radiculaires des nerfs spinaux.

Les fibrilles nerveuses forment, dans toute la longueur de cette colonne grise, un plexus inextricable. Elles représentent, sans aucun doute, des ramifications cylindraxiles collatérales et terminales venant se mettre en contact avec les cellules radiculaires. Pour le moment, on ignore encore d'où viennent toutes ces fibrilles nerveuses. Ce qui est certain, c'est qu'un grand nombre d'entre elles doivent être considérées comme les ramifications terminales de fibres nerveuses provenant, au moyen de la voie pyramidale, des cellules nerveuses motrices de l'écorce grise de l'hémisphère cérébral du côté opposé. Pour atteindre le noyau d'origine du nerf hypoglosse, ces fibres motrices d'origine corticale doivent donc passer la ligne médiane en un point quelconque de leur trajet.

Ce qui est certain encore, c'est qu'un bon nombre de ces fibrilles nerveuses proviennent des fibres sensitives voisines; non pas directement des fibres qui forment la racine descendante du nerf glosso-pharyngien et du nerf vague et la racine descendante ou spinale du trijumeau; mais des fibres de la voie sensitive centrale qui proviennent des cellules constitutives du noyau de l'aile grise et du noyau qui avoisine la racine descendante du pneumo-gastrique, du glosso-pharyngien et du trijumeau. Ces fibres passent horizontalement au-devant du noyau d'origine du nerf hypoglosse et lui abandonnent de nombreuses collatérales (Cajal).



Fig. 331.
Cellules radiculaires du nerf hypoglosse chez l'embryon du poulet.

Un point encore soumis à discussion est celui de savoir, si toutes les fibres du nerf hypoglosse proviennent de cellules nerveuses placées du même côté du bulbe, ou bien si chaque nerf périphérique ne renferme pas quelques fibres provenant du noyau d'origine placé dans la moitié opposée. Les fibres radiculaires du nerf hypoglosse présentent-elles une décussation partielle ?

Nous avons vu que pour les nerfs spinaux cette décussation n'existe pas. Toutes les fibres d'une racine antérieure d'un nerf spinal proviennent de cellules nerveuses placées dans la corne antérieure grise correspondante.

Pour le nerf grand hypoglosse, la question n'est pas encore définitivement tranchée. Mathias Duval nie toute décussation entre les fibres radiculaires du nerf de la douzième paire. Obersteiner, au contraire, admet, d'une manière générale, une décussation partielle pour les filets radiculaires de tous les nerfs périphériques. Kölliker nie toute décussation.

Nous avions cru, dans la première édition de ce livre, pouvoir affirmer l'existence d'une décussation partielle entre les fibres radiculaires du nerf hypoglosse dans la moelle embryonnaire du poulet; et cela, en nous basant sur l'examen de la fig. **331**.

Nous croyions, à cette époque, que la cellule nerveuse du noyau droit, dont le prolongement cylindraxile passe la ligne médiane et peut être poursuivi jusqu'au niveau des cellules constitutives du noyau gauche, devait être considéré comme une cellule radiculaire. Mais, depuis lors, nous avons appris qu'un certain nombre de cellules nerveuses de la formation réticulaire du myélencéphale envoyaient leur prolongement cylindraxile à travers le raphé, dans le faisceau longitudidal postérieur du côté opposé; or, ce faisceau longitudinal existe dans le voisinage immédiat de l'endroit où s'arrête le prolongement cylindraxile en question. La fibre qui passe la ligne médiane, dans notre fig. **331**, pourrait donc bien se rendre dans ce faisceau longitudinal. Dès lors, la preuve que nous croyions avoir fournie de l'existence d'un entrecroisement partiel entre les fibres radiculaires du nerf de la douzième paire perd beaucoup de sa valeur.

Les fibres radiculaires du nerf hypoglosse, réunies en faisceaux plus ou moins volumineux, traversent d'arrière en avant toute l'épaisseur du bulbe. Ils longent en dehors la couche des fibres sensitives, passent entre l'olive accessoire interne et l'olive et sortent du bulbe par le sillon collatéral antérieur situé entre la pyramide antérieure qui est en dedans, l'olive et le cordon latéral placés en dehors.

C'est dans ce sillon collatéral antérieur que le nerf hypoglosse a son *origine apparente*.

Littérature.

EDINGER : *Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane.* Leipzig, 1893. — CAJAL : *Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos* : XV. *Nucleo del hipoglosso.* Madrid, 1895. — KÖLLIKER : *Handbuch der Gewebelehre des Menschen.* Sechste Aufgabe, Bd. II, 1896, p. 315-322. — MARCHI : *Sull' origine e decorso dei peduncoli cerebellari e sui loro rapporti cogli altri centri nervosi.* Rivista sperimentate di freniatria, 1891. — THOMAS : Comptes rendus de la Société de Biologie, 1896. — CAJAL : *Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encefalo.* VI. *Conexiones distantes de las celulas de Purkinje.* Anales de la Sociedad espanola de historia natural. T. III, 1894. — *Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos.* VI. *Oliva bulbar.* XIV. *Pedunculo cerebeloso inferior.* Madrid, 1895. — DURET : *Sur la distribution des artères nourricières du bulbe rachidien.* Archives de physiologie normale et pathologique, 1873. — MATH. DUVAL : *Recherches sur l'origine réelle des nerfs craniens.* Journal de l'Anatomie et de la physiologie. 1880. — OBERSTEINER : *Anleitung beim Studium der nervösen Centralorgane.* Leipzig, 1896.

VINGT-DEUXIÈME LEÇON

La structure interne du myélencéphale. (*Suite*).

Les nerfs périphériques qui dépendent du myélencéphale : Le nerf grand hypoglosse. — Le nerf pneumo-gastrique. — Le nerf accessoire de Willis.

XII. Le nerf grand hypoglosse. (*Suite*).

Nous avons vu, dans la dernière leçon, que le nerf grand hypoglosse a son origine apparente sur la face antérieure de la moelle allongée, dans

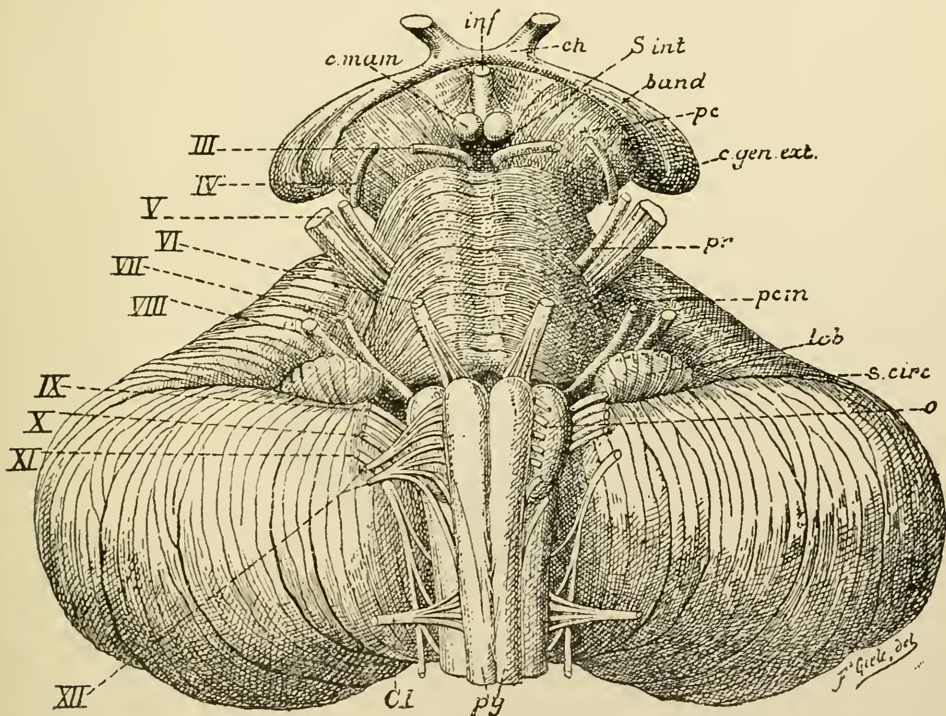


Fig. 332.

Face antérieure du tronc cérébral. Gr. nat.

c. mam. : Corps mammillaires.
inf. : Infundibulum.
ch. : Chiasma des nerfs optiques.
s. int. : Substance interpédonculaire.
band. : Bandelette optique.
pc. : Pédoncule cérébral.
c. gen. ext. : Corps genouillé externe.
pr. : Protubérance annulaire.
pcm : Pédoncule cérébelleux moyen.
lob. : Lobule du pneumo-gastrique.
s. circ. : Sillon circonférenciel.
o. : Olive.
py. : Pyramides antérieures.
Cl : Racine antérieure du premier nerf cervical.
III à *XII.* : Origine des dix dernières paires de nerfs craniens.

le sillon qui sépare la pyramide antérieure de l'olive ou sillon collatéral antérieur du bulbe.

Cette origine se fait au moyen de dix à douze petits faisceaux qui se dirigent, en convergeant, en avant et en dehors, FIG. **332**. Ils se réunissent en deux faisceaux plus volumineux qui traversent séparément la dure-mère cranienne, puis se fusionnent en un tronc unique. Celui-ci sort du crâne par le canal condylien, FIG. **333**, *XII*. Au sortir de ce canal, le nerf grand hypoglosse descend dans le triangle pharyngo-maxillaire, en arrière du nerf pneumo-gastrique et de la veine jugulaire interne. Il s'accole alors

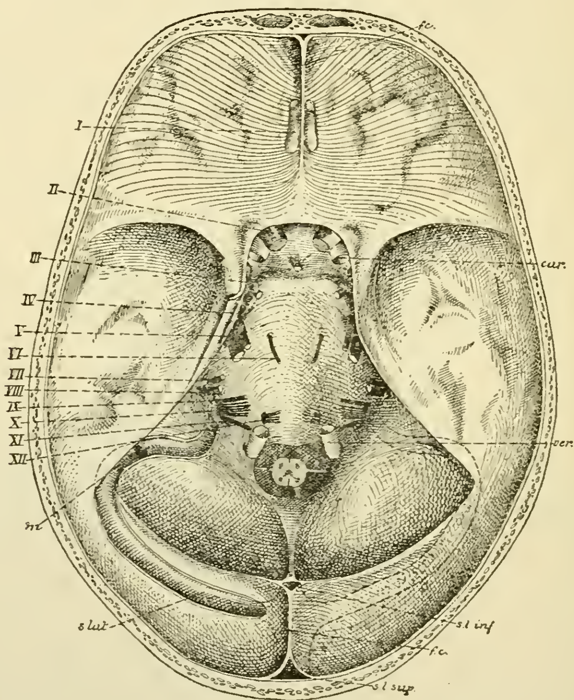


FIG. **340**.

La base du crâne montrant la sortie des nerfs craniens. Gr. nat. 1/2.

au ganglion plexiforme du pneumo-gastrique, contourne ce ganglion en dehors, passe entre la veine jugulaire interne et la carotide interne, sous le muscle stylo-hyoïdien et le ventre postérieur du muscle digastrique. Il croise la carotide externe et arrive ainsi au bord antérieur du muscle sterno-cléïdo-mastoïdien. Là, il se recourbe en avant, en suivant la courbure du muscle digastrique, un peu au-dessus de la grande corne de l'os hyoïde,

étant situé sur la face externe du muscle hyo-glosse qui le sépare de l'artère linguale. Il s'enfonce alors au-dessus du muscle mylo-hyoïdien et pénètre dans le noyau musculaire de la langue, FIG. **334**.

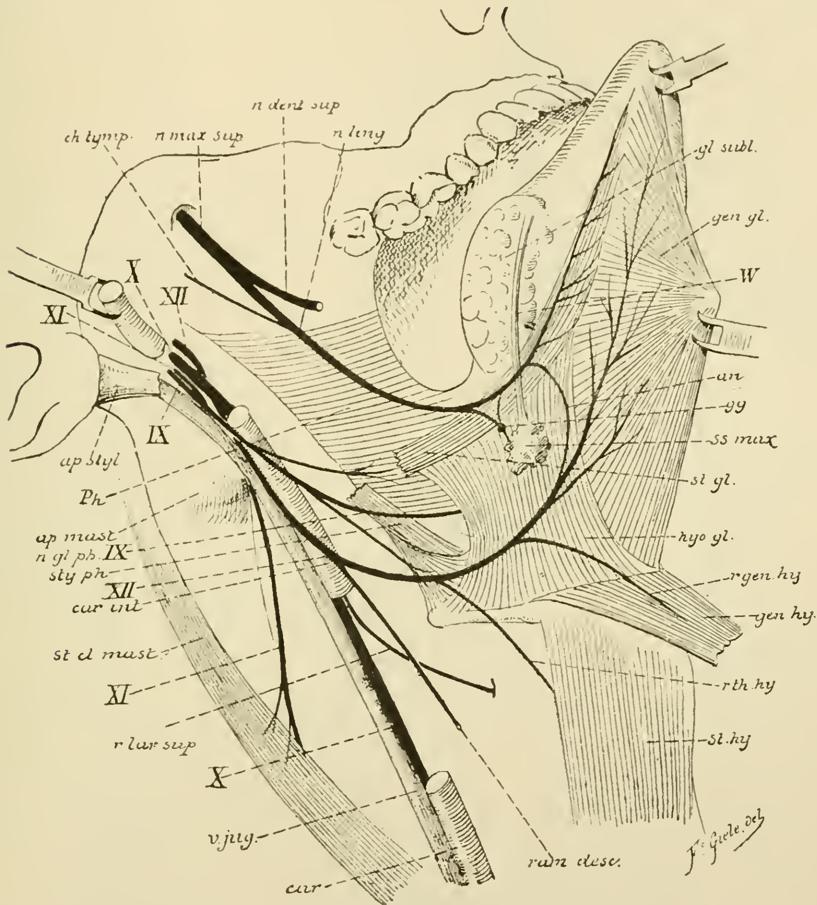


FIG. **334**.

Dans ce trajet, le nerf grand hypoglosse fournit des branches anastomotiques, des branches collatérales et des branches terminales.

Branches anastomotiques. Le nerf grand hypoglosse s'anastomose :

1° Avec le ganglion cervical supérieur du sympathique, au sortir du canal condylien ;

2° Avec le ganglion plexiforme du pneumo-gastrique pendant que le nerf grand hypoglosse contourne ce ganglion ;

3° Avec l'anse nerveuse qui unit l'une à l'autre les branches antérieures

des deux premiers nerfs cervicaux. D'après les recherches de Holl, cette anastomose amènerait au nerf hypoglosse des fibres des nerfs cervicaux. Celles-ci remontent en partie dans le tronc de l'hypoglosse pour se rendre aux muscles grand droit et petit droit antérieurs de la tête, fig. 335, *m*; elles descendent en partie dans le tronc de l'hypoglosse pour se rendre, soit dans l'anse nerveuse que forme ce nerf avec le plexus cervical, soit dans les muscles thyro-hyoïdien et génio-hyoïdien, fig. 335.

4° Avec le nerf lingual. Cette anastomose se fait sur la face externe du muscle hyo-glosse, fig. 334.

Ces nombreuses anastomoses expliquent comment le nerf grand hypoglosse, à son origine exclusivement moteur, puisse renfermer, dans son trajet périphérique, des fibres sensitives.

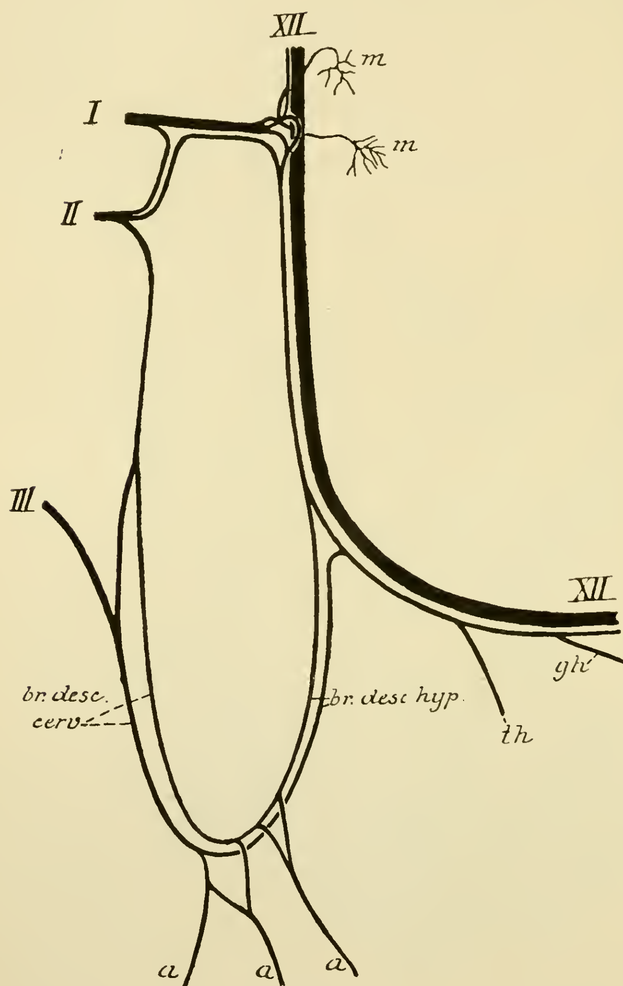


Fig. 335.

Schéma montrant les rapports du plexus cervical avec le nerf grand hypoglosse (d'après Holl)

I, II, III : Les branches antérieures des trois premiers nerfs cervicaux.
m : Filets d'innervation des muscles grand et petit droits antérieurs de la tête.
a : Filets d'innervation pour les muscles de la région sous-hyoidienne.
th : Nerf du muscle thyro-hyoïdien.
gh : Nerf du muscle génio-hyoïdien.

Branches collatérales. Outre les filets d'innervation qu'il donne aux deux muscles droits antérieurs de la tête et qui lui viennent des nerfs cervicaux, le nerf grand hypoglosse fournit encore plusieurs branches collatérales :

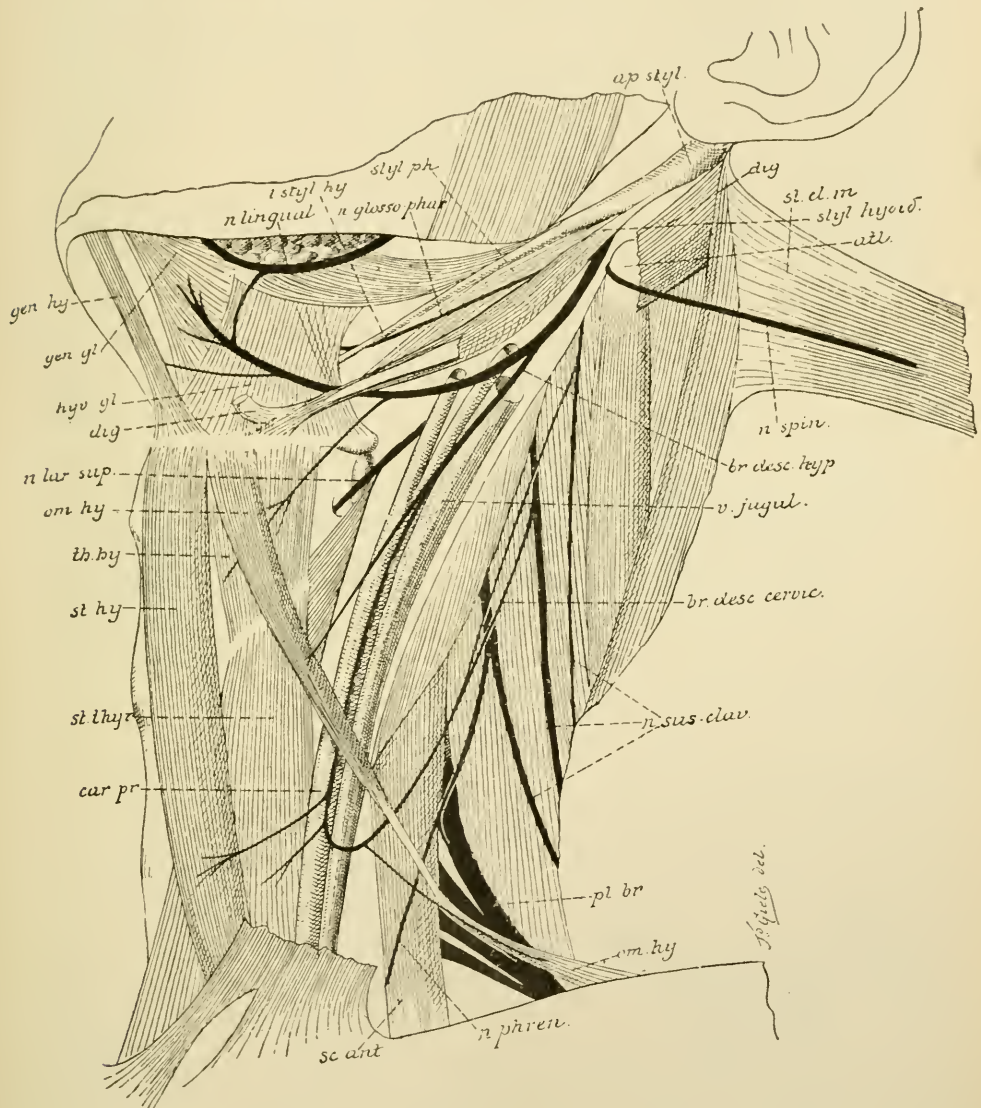


Fig. **336.**

Les nerfs de la région cervicale. Gr. nat. 1/2.

1° Un *rameau récurrent* méningé.

2° La *branche descendante* de l'hypoglosse *(ramus descendens)*. Elle se détache du tronc nerveux au moment où il croise la carotide externe. Elle se

porte directement en bas, se place généralement sur la face externe de la carotide primitive, devant ou derrière la veine jugulaire interne, et s'anastomose, vers le milieu de la région sous-hyoïdienne, avec une branche descendante du plexus cervical, constituant ainsi une anse à concavité supérieure appelée *anse nerveuse de l'hypoglosse (ansa hypoglossi)*, FIG. 336.

De la convexité de cette anse partent des rameaux musculaires destinés aux muscles de la région sous-hyoïdienne : les muscles omo-hyoïdien, sterno-hyoïdien et sterno-thyroïdien. Ces fibres d'innervation des muscles de la région sous-hyoïdienne proviennent en réalité des nerfs cervicaux, soit par la branche descendante du plexus cervical, soit par l'anastomose de l'hypoglosse avec les deux premiers nerfs cervicaux, FIG. 335.

3° Le *nerf du ventre antérieur du muscle omo-hyoïdien.*

4° Le *nerf du muscle thyroïdien (ramus thyreohyoideus).* Il provient de l'hypoglosse tout près de la grande corne de l'os hyoïde. Ce sont des fibres d'emprunt qui viennent du plexus cervical par l'anse nerveuse de l'hypoglosse, FIG. 335, *th.*

5° Un *rameau pour le muscle génio-hyoïdien.* Il est formé également de fibres provenant du plexus cervical, FIG. 335, *gh.*

Branches terminales. Par ses branches terminales, le nerf hypoglosse innerve tous les muscles de la langue *(rami linguales)* : le stylo-glosse, l'hyo-glosse, le génio-glosse et le lingual. Ces filets d'innervation appartiennent exclusivement au nerf grand hypoglosse.

XI. Le nerf accessoire de Willis.

Le nerf accessoire de WILLIS *(n. accessorius)* ou nerf spinal est exclusivement formé de fibres motrices. Il provient à la fois de la partie supérieure de la moelle cervicale (portion spinale du nerf) et de la partie inférieure de la moelle allongée (portion bulbaire). Il sort de la boîte cranienne par le trou déchiré postérieur, puis se divise en deux branches terminales : le rameau interne se jette tout entier dans le nerf pneumo-gastrique, tandis que le rameau externe va innerver le muscle sterno-cleïdo-mastoïdien et le muscle trapèze.

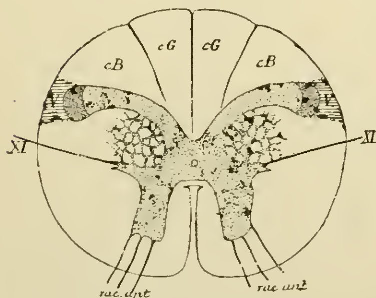


FIG. 337.
Coupe transversale de la moelle faite au niveau des filets radiculaires du premier nerf cervical.
Coupe correspondant au plan de section 1 de la FIG. 303.

Origine réelle. La portion spinale du nerf accessoire de WILLIS a son origine

réelle dans les cellules radiculaires de la corne latérale de la moelle cervicale depuis le premier jusqu'au troisième ou quatrième nerf cervical, FIG. 337 et 338. Les prolongements protoplasmatiques de ces cellules nerveuses se comportent comme ceux des cellules radiculaires des nerfs spinaux. Le prolongement cylindraxile se dirige horizontalement en dehors et un peu en arrière et sort sur la face latérale de la moelle.

Les fibres de la portion bulbaire ont leurs cellules d'origine dans la partie inférieure de la colonne grise qui existe dans toute la longueur du bulbe et qu'on appelle *noyau ambigu*, FIG. 338. Celui-ci représente la corne antérieure de la moelle épinière séparée de la masse grise centrale par la décussation des pyramides.

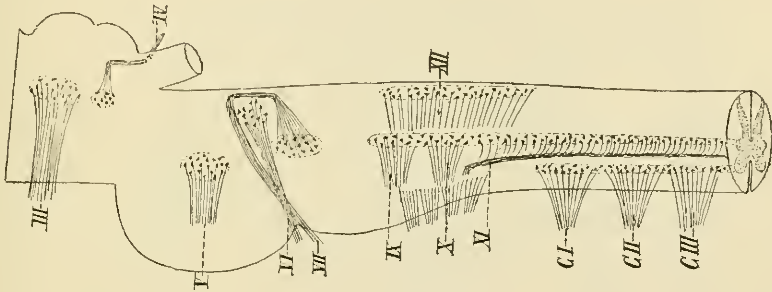


FIG. **338.**

Schéma montrant l'origine réelle des nerfs craniens moteurs.

Origine apparente. Les fibres de la portion spinale ont leur origine apparente sur la face latérale de la moelle cervicale, un peu au-devant des faisceaux radiculaires postérieurs des trois ou quatre premiers nerfs cervicaux. Cette origine se fait par une série de filets nerveux qui se dirigent en dehors et se réunissent en un seul tronc. Celui-ci remonte dans le canal rachidien jusqu'à la partie inférieure du bulbe, pénètre dans la boite cranienne en passant par le trou occipital et reçoit les filets d'origine de la portion bulbaire. Ceux-ci sortent de la partie inférieure du sillon collatéral postérieur du bulbe, en dessous des filets d'origine du nerf pneumo-gastrique. Ils se dirigent horizontalement en dehors et vont se joindre au tronc formé par les fibres spinales, FIG. 339.

Trajet. Le tronc unique du nerf accessoire de WILLIS ainsi constitué se dirige en dehors vers le trou déchiré postérieur, par lequel il sort de la boîte cranienne, FIG. 340, *XI*, immédiatement derrière le nerf pneumo-gastrique, au-devant du sinus latéral qui va se continuer avec la veine jugulaire interne.

Sorti du crâne, l'accessoire de Willis se divise directement en deux branches terminales.

Pendant son trajet ascendant dans le canal rachidien, le nerf spinal s'anastomose d'une façon presque constante avec les racines postérieures des nerfs cervicaux.

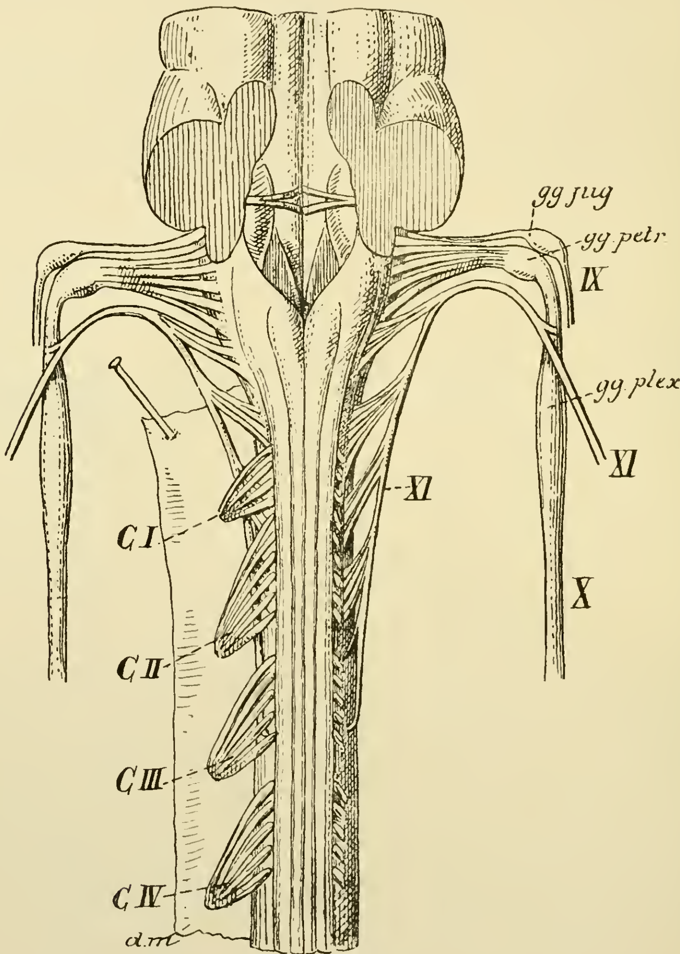


Fig. 339.
L'origine apparente du nerf accessoire de Willis, du nerf pneumo-gastrique et du nerf glosso-pharyngien. Gr. nat.

Branches terminales. La branche interne du nerf spinal se jette tout entière dans le nerf pneumo-gastrique. Elle est formée par les fibres d'origine bulbaire, fig. 339.

La branche externe, d'origine spinale, descend obliquement en dehors,

derrière ou devant la veine jugulaire interne, passe sous l'insertion supérieure du muscle stylo-hyoïdien et du ventre supérieur du muscle digastrique, gagne ainsi la face profonde du muscle sterno-cléido-mastoïdien et traverse ce muscle vers l'union du tiers supérieur avec le tiers moyen, en lui abandonnant des filets d'innervation. Il parcourt alors, de haut en bas, le triangle sus-claviculaire et se termine dans le muscle trapèze.

X. Le nerf pneumo-gastrique.

Les deux *nerfs pneumo-gastriques*, appelés encore *nerfs vagues (n. vagus)*, constituent la dixième paire des nerfs craniens. Ils proviennent de la moelle

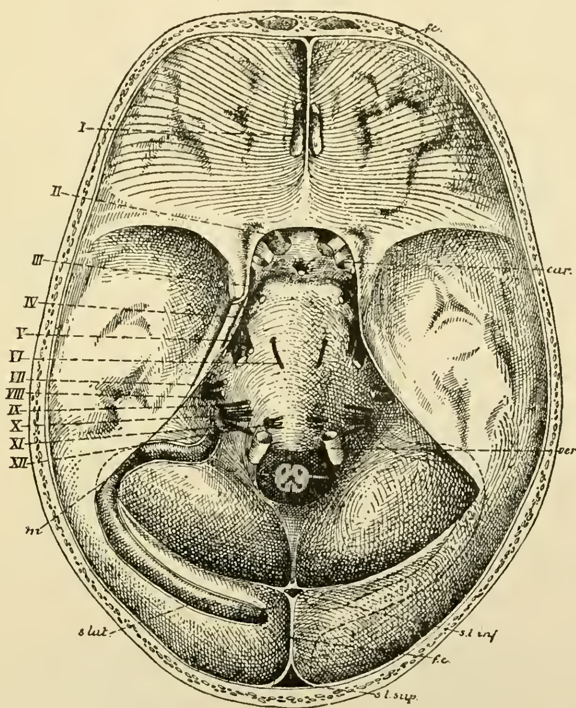


Fig. 340.

La base du crâne montrant la sortie des nerfs craniens. Gr. nat. 1/2.

allongée, sortent du crâne par les trous déchirés postérieurs, parcourent de haut en bas toute la région thoracique pour traverser le diaphragme et se terminer dans les parois de l'estomac, dans le foie et dans le plexus solaire du sympathique. Ce sont des nerfs mixtes qui abandonnent sur leur trajet des branches d'innervation motrices et sensibles à tous les viscères du cou, du thorax et à une partie des viscères de l'abdomen.

Origine réelle. Chaque nerf pneumo-gastrique présente deux noyaux d'origine, l'un pour sa partie motrice et l'autre pour sa partie sensitive.

Les fibres motrices du nerf pneumo-gastrique ont leurs cellules d'origine dans la profondeur même de la moelle allongée. Ces cellules radiculaires forment la partie moyenne de la colonne grise que l'on désigne sous le nom de *noyau ambigu*, FIG. 342. Vous vous rappelez que ce noyau est l'homologue de la substance grise de la corne antérieure de la moelle épinière. Les prolongements protoplasmatiques de ces cellules nerveuses rayonnent tout autour de la cellule d'origine. Le prolongement cylindraxile de chaque cellule se dirige d'abord en arrière et en dedans vers la profondeur

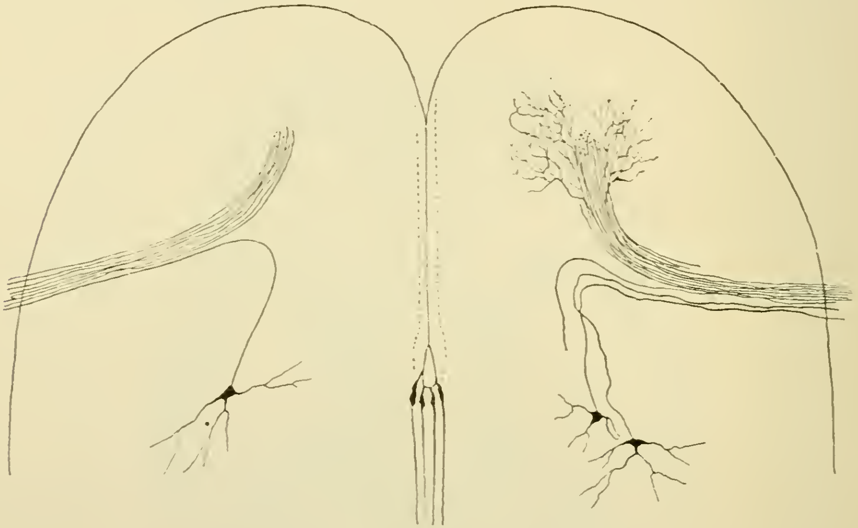


FIG. 341.
Cellules radiculaires motrices du nerf pneumo-gastrique chez l'embryon du poulet.

du bulbe, puis se recourbe sur lui-même et se dirige en dehors pour sortir de l'axe cérébro-spinal par la partie moyenne du sillon collatéral postérieur du myélencéphale, FIG. 341 et 343.

On admet généralement que toutes les fibres nerveuses motrices ont leurs cellules d'origine dans le noyau ambigu du même côté du bulbe. D'après les recherches récentes de CAJAL, les fibres radiculaires du nerf vague présenteraient cependant un entrecroisement partiel, en ce sens qu'un certain nombre de ses fibres proviendraient de cellules nerveuses du noyau ambigu du côté opposé.

Les fibres sensitives du nerf pneumo-gastrique ont leurs cellules

d'origine en dehors de l'axe cérébro-spinal, dans deux ganglions situés sur le trajet du nerf : le supérieur s'appelle le *ganglion jugulaire (ganglion jugulare)* et l'inférieur constitue le *ganglion plexiforme (ganglion nodosum)*. Ainsi que

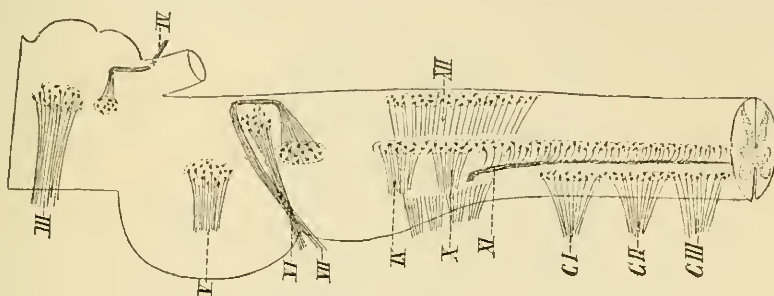


Fig. **342**.

Schéma montrant l'origine réelle des nerfs craniens moteurs.

nous l'avons démontré chez le chat, le chien et l'homme, ces ganglions du pneumo-gastrique sont formés de cellules nerveuses unipolaires dont le prolongement unique se bifurque, à une distance variable de la cellule d'origine, en une branche centrale et une branche périphérique. Celle-ci devient le cylindre-axe d'une fibre périphérique et va se terminer dans une

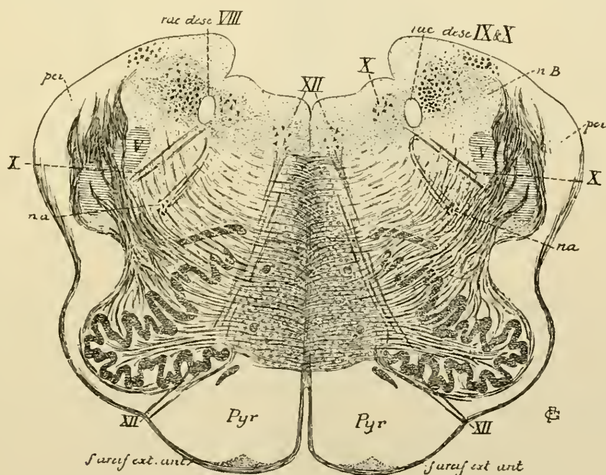


Fig. **343**.

Coupe correspondant au plan de section 9, de la fig. **303**.

XII : Noyau d'origine et fibres radiculaire du nerf hypoglosse.
X : Noyau terminal sensitif et fibres radiculaires du nerf pneumo-gastrique.
nB : Noyau du faisceau de Burdach.
pci : Pédoncule cérébelleux inférieur.
na : Noyau ambigu.

des muqueuses où le nerf vague porte la sensibilité. La branche interne devient le cylindre-axe d'une fibre centrale. Elle pénètre dans la moelle allongée par le sillon collatéral postérieur et, arrivée au niveau du faisceau solitaire, elle se bifurque en une branche descendante qui devient fibre

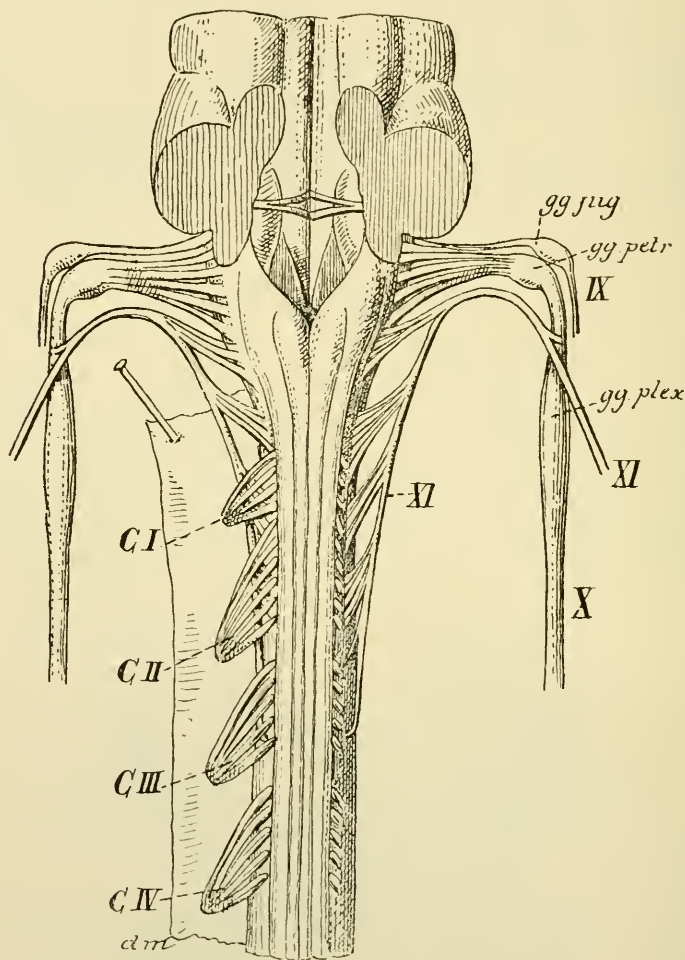


Fig. **344.**
L'origine apparente du nerf accessoire de Willis, du nerf pneumo-gastrique et du nerf glosso-pharyngien. Gr. nat.

constitutive de ce faisceau et une branche horizontale ou quelque peu ascendante; celle-ci va se terminer dans la partie inférieure de la substance grise visible sur le plancher du quatrième ventricule et connue sous le nom de *aile grise* ou *trigone du vague et du glosso-pharyngien.*

Cette masse grise a été considérée pendant longtemps comme le noyau

d'origine réelle des fibres sensitives de ces deux nerfs. Nous savons maintenant, par les travaux embryologiques de His et par les recherches récentes, que cette masse grise constitue plutôt un *noyau terminal*. C'est dans ce noyau que se terminent les prolongements cylindraxiles des éléments nerveux sensitifs périphériques appartenant à ces deux nerfs. C'est là aussi que se trouvent les cellules nerveuses des neurones sensitifs de second ordre dont les prolongements cylindraxiles vont se rendre dans les parties supérieures de l'axe nerveux.

Les branches descendantes de ces fibres sensitives peuvent être poursuivies, dans le *faisceau solitaire* ou *racine descendante*, jusqu'au niveau de l'entrecroisement des fibres du ruban de Reil. Elles émettent, sur leur trajet, de nombreuses collatérales, se terminent dans une masse grise qui longe cette racine en dedans et qui forme la partie inférieure du *noyau spinal* du vague.

Le nerf pneumo-gastrique se comporte donc comme un nerf spinal.

Origine apparente. Toutes les fibres du nerf vague ont leur origine apparente sur la face latérale du bulbe, dans la partie moyenne du sillon collatéral postérieur, entre les filets radiculaires du nerf glosso-pharyngien et ceux du nerf accessoire de Willis, fig. 344. Cette origine se fait par dix à douze petits filets radiculaires qui se dirigent en dehors en convergeant les uns vers les autres et se réunissent bientôt en un tronc unique.

Trajet périphérique. Du sillon collatéral postérieur du bulbe, les faisceaux radiculaires du nerf vague se dirigent en haut et en dehors vers le trou déchiré postérieur. Réunis en un tronc unique, ils traversent la dure-mère cranienne au-devant du nerf spinal, en arrière du nerf glosso-pharyngien, fig. 345, *X*.

Au niveau de ce trou déchiré postérieur, le nerf vague présente un renflement en forme de nœud ; c'est le *ganglion jugulaire*. Une fois sorti de la boîte cranienne, le nerf reçoit la branche interne du nerf accessoire de Willis, puis il s'élargit et présente un ganglion volumineux : le *ganglion plexiforme*.

Le ganglion jugulaire et le ganglion plexiforme du pneumo-gastrique appartiennent aux fibres sensitives de ce nerf et représentent un ganglion spinal.

Le nerf pneumo-gastrique descend verticalement dans toute la région cervicale, étant situé au-devant de la colonne vertébrale, dans la gaine des gros vaisseaux du cou, entre la veine jugulaire interne et la carotide interne en haut, entre la veine jugulaire interne et la carotide primitive en bas.

Le nerf pneumo-gastrique pénètre ensuite dans la cage thoracique. A

droite, il passe entre la veine et l'artère sous-clavière, donne au bord inférieur de cette artère son *rameau récurrent* ou *nerf laryngé inférieur droit*, passe derrière la bronche droite et se rend à la face postérieure de l'œsophage. A gauche, il descend entre la carotide primitive et l'artère sous clavière gauche, passe derrière le tronc veineux brachio-céphalique gauche, puis au-devant de

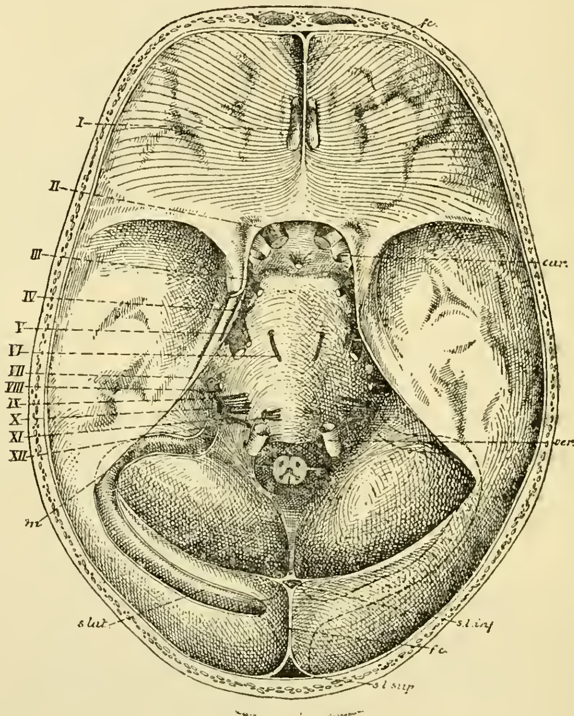


Fig. **345**.

La base du crâne montrant la sortie des nerfs craniens. Gr. nat. 1/2.

la crosse de l'aorte. Au bord inférieur de cette crosse, il abandonne le *nerf récurrent* ou *nerf laryngé inférieur gauche*. Il passe ensuite derrière la bronche gauche et se rend sur la face antérieure de l'œsophage, fig. **346**.

Les deux nerfs vagues, enlaçant l'œsophage, traversent le diaphragme et pénètrent dans la cavité abdominale. Le pneumo-gastrique gauche se termine dans la face antérieure de l'estomac. Le pneumo-gastrique droit aboutit à la face postérieure de l'estomac et donne une branche au ganglion semi-lunaire droit du plexus solaire appartenant au sympathique.

Pendant ce long trajet, chaque nerf pneumo-gastrique émet des branches anastomotiques, des branches collatérales et des branches terminales.

Branches anastomotiques. Depuis le ganglion jugulaire jusqu'à l'extrémité inférieure du ganglion plexiforme, le nerf vague s'anastomose :

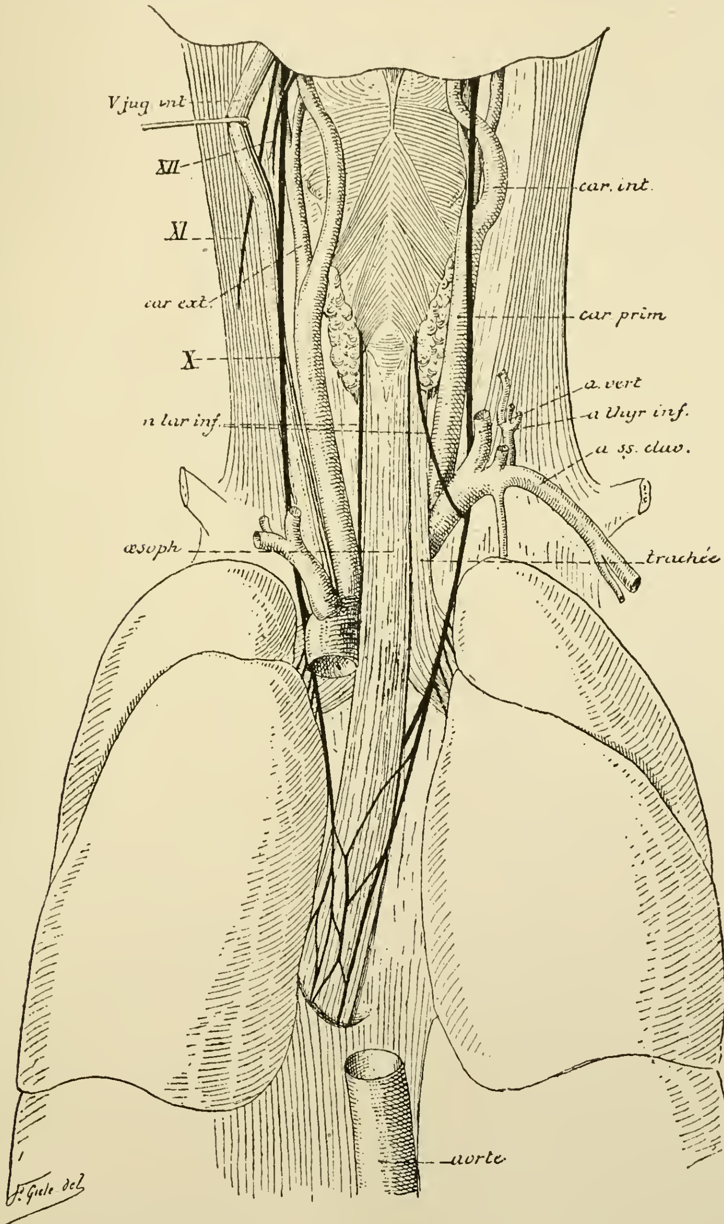


Fig. 346.

1° avec le ganglion pétreux du nerf glosso-pharyngien;

2° avec le ganglion cervical supérieur du sympathique;

3° avec le nerf accessoire de Willis, dont il reçoit la branche interne;

4° avec le nerf grand hypoglosse au moment où celui-ci contourne le ganglion plexiforme.

Branches collatérales. Pour la facilité de la description des nombreuses branches collatérales qui proviennent du nerf vague, on les divise en branches cervicales, branches thoraciques et branches abdominales.

Dans sa *portion cervicale*, le nerf pneumo-gastrique donne :

1° Un *rameau méningé* (*ramus meningeus*) à la dure-mère voisine du trou déchiré postérieur.

2° Le *rameau auriculaire du vague* (*ramus auricularis*). Celui-ci provient du ganglion jugulaire, reçoit un rameau anastomotique du nerf glosso-pharyngien et se dirige en dehors, en contournant quelque peu la veine jugulaire interne. Il traverse alors l'os temporal dans un canal particulier appelé *canal mastoïdien*, s'anastomose dans ce trajet avec un rameau du nerf facial et va se distribuer à la face externe de la membrane du tympan et à la peau de la paroi supérieure et postérieure du conduit auditif externe.

3° Les *rameaux pharyngiens* (*rami pharyngei*). Ils sont au nombre de deux. Ces rameaux proviennent du ganglion plexiforme, se dirigent obliquement en bas et en dedans, en passant entre la carotide interne et la carotide externe et, arrivés sur la paroi latérale du pharynx, à la hauteur du muscle constricteur moyen, ils s'anastomosent avec des branches du nerf glosso-pharyngien et du sympathique pour constituer le *plexus pharyngien*, d'où partent les filets d'innervation pour les muscles et la muqueuse du pharynx. D'après les recherches de Réthi, les filets pharyngiens du nerf vague innerveraient les muscles constricteurs du pharynx, les muscles péristaphylin interne, pharyngo-staphylin et glosso-palatin du voile du palais.

4° Le *nerf laryngé supérieur* (*n. laryngeus superior*). Il quitte le nerf vague vers l'extrémité inférieure du ganglion plexiforme, se dirige en bas et en dedans sur la face interne de la carotide interne et, arrivé près de l'os hyoïde, il se divise en un rameau externe et un rameau interne.

Le rameau laryngé externe descend sur la face externe du pharynx et va innerver le muscle crico-thyroïdien.

Le rameau laryngé interne, accompagné de l'artère laryngée supérieure, traverse la membrane thyro-hyoïdienne et se résout en branches terminales qui vont porter la sensibilité à la muqueuse de l'épiglotte, à celle de la partie voisine de la base de la langue et à la muqueuse de toute la partie sus-glottique du larynx.

5° Les *rameaux cardiaques supérieurs (rami cardiaci superiores)*. Ils proviennent, au nombre de deux ou de trois, d'un point variable du pneumogastrique cervical ; ils descendent le long de la carotide primitive pour se rendre dans le *plexus cardiaque*.

Un de ces filets cardiaques, naissant directement du nerf vague, ou bien se formant par la réunion d'une branche du nerf laryngé supérieur avec une branche du nerf vague, constitue le *nerf dépresseur du cœur* ou *nerf de Cyon*.

Dans sa *portion thoracique* le nerf pneumo-gastrique fournit :

1° Le *nerf laryngé inférieur* ou *nerf récurrent (n. recurrens)*. Ce nerf provient du pneumo-gastrique *droit*, en dessous de l'artère sous-clavière ; il contourne cette artère d'avant en arrière, puis remonte vers le larynx sur la face latérale de l'œsophage. Du côté *gauche*, le nerf laryngé inférieur provient du pneumo-gastrique au bord inférieur de la crosse de l'aorte. Il contourne cette crosse d'avant en arrière, puis remonte vers le larynx étant situé dans la gouttière que forme la trachée-artère avec l'œsophage. Les nerfs laryngés inférieurs pénètrent dans le larynx, en passant en dessous du bord inférieur du muscle constricteur inférieur du pharynx, et vont innerver par leurs branches terminales tous les muscles intrinsèques du larynx, à l'exception du muscle crico-thyroïdien.

Pendant ce trajet récurrent, chaque nerf laryngé inférieur émet :

a) des *rameaux cardiaques* se rendant dans le *plexus cardiaque* ;

b) des *rameaux anastomotiques* avec le ganglion cervical inférieur du sympathique et

c) des *filets œsophagiens (rami œsophagei)* et *trachéens (rami tracheales)* destinés aux muscles et à la muqueuse de la partie voisine de l'œsophage et de la trachée-artère.

2° Les *rameaux cardiaques inférieurs (rami cardiaci inferiores)* ; ils se rendent dans le *plexus cardiaque*.

3° Les *rameaux bronchiques antérieurs et postérieurs*. Ils proviennent des nerfs vagues au moment où ceux-ci passent derrière les bronches et se rendent à la face antérieure et à la face postérieure de ces dernières.

Les rameaux antérieurs forment, avec des filets du sympathique, le *plexus bronchique antérieur*. Les rameaux postérieurs forment, avec des filets du sympathique, le *plexus bronchique postérieur*. De ces deux plexus partent de nombreux rameaux qui accompagnent, dans l'intérieur du poumon, les divisions et les subdivisions des bronches.

4° Les *nerfs œsophagiens (rami œsophagei)*. Les deux nerfs vagues, en descendant sur la face antérieure et sur la face postérieure de l'œsophage,

émettent un grand nombre de branches collatérales qui s'anastomosent entre elles et constituent le *plexus œsophagien*, d'où partent les filets d'innervation pour les muscles et la muqueuse de l'œsophage.

Dans sa *portion abdominale*, le nerf pneumo-gastrique gauche innerve, par ses branches terminales, les muscles et la muqueuse de la paroi antérieure de l'estomac *(rami gastrici)* et s'étend, par l'épiploon gastro-hépatique, jusque dans le foie *(rami hepatici)*. Le nerf pneumo-gastrique droit donne les filets moteurs et les filets sensibles à la paroi postérieure de l'estomac *(rami gastrici)* et se termine dans le ganglion semi-lunaire droit du plexus solaire *(rami cœliaci)*. Nous verrons plus tard qu'à ce même ganglion aboutit le *nerf grand splanchnique* du sympathique thoracique. Il en résulte une anse à concavité supérieure connue sous le nom de *anse mémorable de Wrisberg*.

Littérature.

Cajal : *Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos.* VII. *Origen de los nervios vago y glosofaringeo.* Madrid, 1895. — His : *Die anatomische Nomenclatur.* Archiv für Anatomie und Physiologie. Anat. Abth., Supplement-Band, 1895.

VINGT-TROISIÈME LEÇON

La structure interne du myélencéphale (*Suite*).
La structure interne du métencéphale.

Le nerf glosso-pharyngien. — Etude d'une série de coupes transversales du pont de Varole.

IX. Le nerf glosso-pharyngien.

Le nerf glosso-pharyngien (*n. glosso pharyngeus*) ou neuvième paire des nerfs craniens est un nerf mixte, à la fois sensitif et moteur. Il provient de la moelle allongée, sort de la boîte cranienne par le trou déchiré postérieur, présente à ce niveau deux petits épaissements ganglionnaires qui constituent le *ganglion supérieur* (*ganglion superius*) et le *ganglion pétreux* (*ganglion petrosum*) et va se terminer dans les muscles de la paroi du pharynx, dans la muqueuse du pharynx et dans celle du tiers postérieur de la face dorsale de la langue.

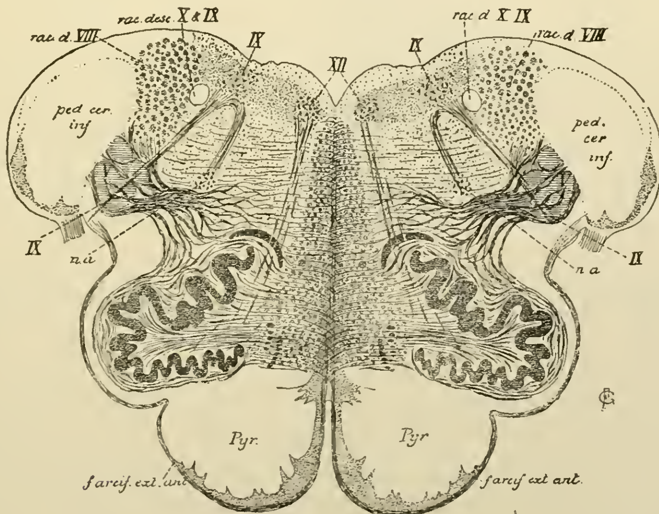


Fig. 347.
Coupe correspondant au plan de section 9, de la fig. 303.

Origine réelle. Les fibres motrices du nerf glosso-pharyngien ont leurs cellules d'origine dans l'axe cérébro-spinal, dans la partie supérieure du noyau ambigu, FIG. **347**. Les cellules radiculaires de ces fibres se

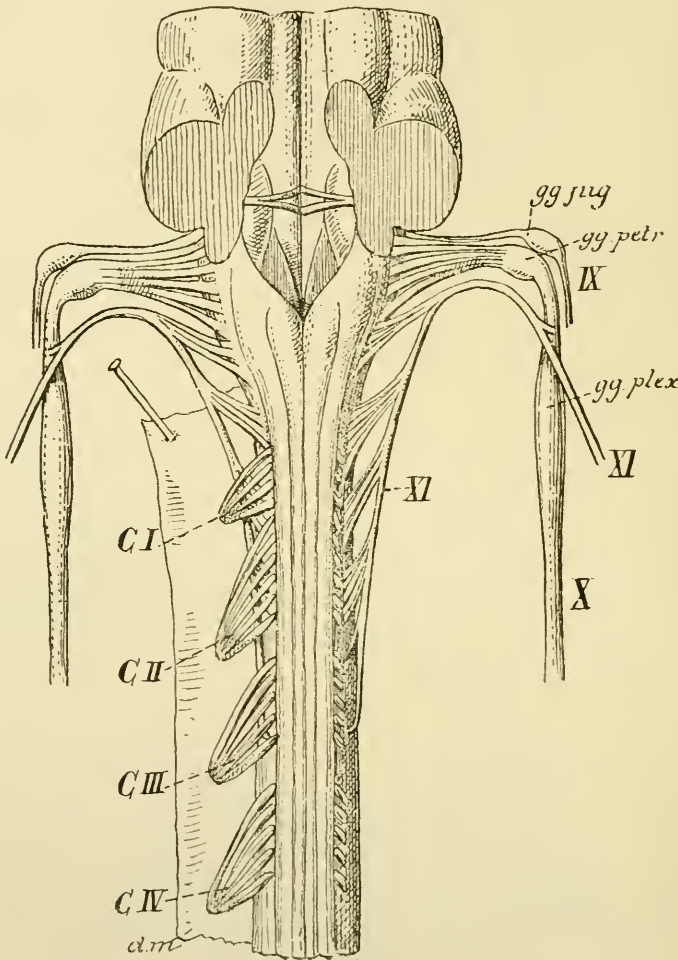


FIG. **348**.
L'origine apparente du nerf accessoire de WILLIS, du nerf pneumo-gastrique et du nerf glosso-pharyngien. Gr. nat.

comportent comme celles de la partie motrice du nerf pneumo-gastrique. Leur prolongement cylindraxile se dirige d'abord vers la profondeur du bulbe, puis se recourbe brusquement en dehors pour se joindre aux fibres sensitives. CAJAL a observé une décussation partielle entre ces fibres radiculaires.

Les fibres sensitives de la neuvième paire des nerfs craniens ont leurs cellules d'origine en dehors de l'axe cérébro-spinal, dans les deux ganglions *supérieur* et *pétreux* que présente le nerf au niveau du trou déchiré postérieur. Ces ganglions ont la même structure que ceux des nerfs spinaux. Ils sont formés de cellules unipolaires dont la branche unique se bifurque bientôt et donne naissance à un prolongement périphérique et à un prolongement central. Le prolongement périphérique va se terminer dans les muqueuses où le nerf glosso-pharyngien porte la sensibilité. Le prolongement central devient le cylindre-axe d'une fibre radiculaire, pénètre dans le bulbe par la partie supérieure du sillon collatéral postérieur et, arrivé au niveau du faisceau solitaire il se bifurque en une branche descendante et une branche ascendante. La branche descendante devient fibre constitutive du faisceau solitaire, ou *racine descendante* de ce nerf, elle est plus ou moins longue et peut être poursuivie jusque vers la partie moyenne du bulbe; elle se termine, par des ramifications collatérales et terminales, dans la substance grise voisine. La branche ascendante est plus courte; elle constitue plutôt une branche horizontale qui se termine directement dans la partie supérieure du noyau de substance grise que nous avons décrit sur le plancher du quatrième ventricule sous le nom d'*aile grise* ou de *trigone du glosso-pharyngien et du vague.* Nous avons déjà dit, à propos de ce dernier nerf, que cette masse ne constitue pas un noyau d'origine, mais un *noyau terminal* pour les fibres sensitives de ces deux nerfs.

Origine apparente. Les filets radiculaires du nerf de la neuvième paire, au nombre de cinq ou six, sortent de l'axe cérébro-spinal entre le pédoncule cérébelleux inférieur et l'olive, par la partie supérieure du sillon collatéral postérieur du bulbe, au-dessus de l'origine apparente des filets du nerf vague, en dessous de l'origine du nerf acoustique, FIG. **348**.

Trajet périphérique. Les filets radiculaires du nerf glosso-pharyngien se dirigent en dehors et se réunissent bientôt en un tronc unique. Celui-ci traverse la dure-mère, dont il reçoit une gaine, au niveau du trou déchiré postérieur, FIG. **349**, *IX*, et sort de ce trou au-devant du nerf pneumogastrique. A ce niveau, ses filets postérieurs présentent un petit ganglion découvert par ANDERSCH et appelé *ganglion d'Andersch;* il se trouve dans le voisinage immédiat du rocher et s'appelle encore *ganglion pétreux.*

Un peu au-dessus du ganglion pétreux, en dedans même du trou déchiré postérieur, le nerf glosso-pharyngien présente un second ganglion

plus petit, découvert par Ehrenritter et appelé *ganglion d'Ehrenritter*, *ganglion jugulaire* ou *ganglion supérieur*.

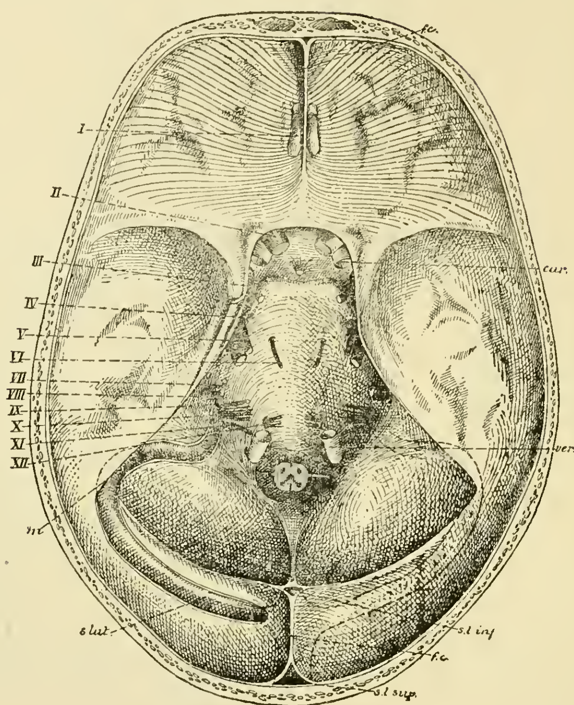


Fig. **349.**

La base du crâne montrant la sortie des nerfs craniens. Gr. nat. 1/2.

Le ganglion pétreux et le ganglion jugulaire représentent un ganglion spinal. Ils appartiennent à la partie sensitive du nerf glosso-pharyngien. Ils sont formés par des cellules nerveuses unipolaires qui sont les cellules d'origine de toutes les fibres sensitives.

Arrivé à la base du crâne, le nerf de la neuvième paire passe, avec le nerf grand hypoglosse, entre la veine jugulaire interne qui est en arrière et la carotide interne qui est en avant, fig. **350**. Il se place alors sur la face externe de la carotide, contourne le bord postérieur du muscle stylo-pharyngien, puis se recourbe en avant entre ce dernier muscle et le muscle stylo-glosse. Il longe une partie de la paroi latérale du pharynx, passe sur la face externe de l'amygdale et se termine dans la base de la langue.

Pendant ce trajet, le nerf glosso-pharyngien fournit des branches anastomotiques, des branches collatérales et des branches terminales.

Branches anastomotiques. Au sortir du crâne, le nerf de la neuvième paire s'anastomose :

1° avec le nerf pneumo-gastrique placé dans le voisinage;

2° avec le ganglion cervical supérieur du sympathique;

3° avec le nerf facial au moment où ce dernier nerf sort du trou stylo-mastoïdien.

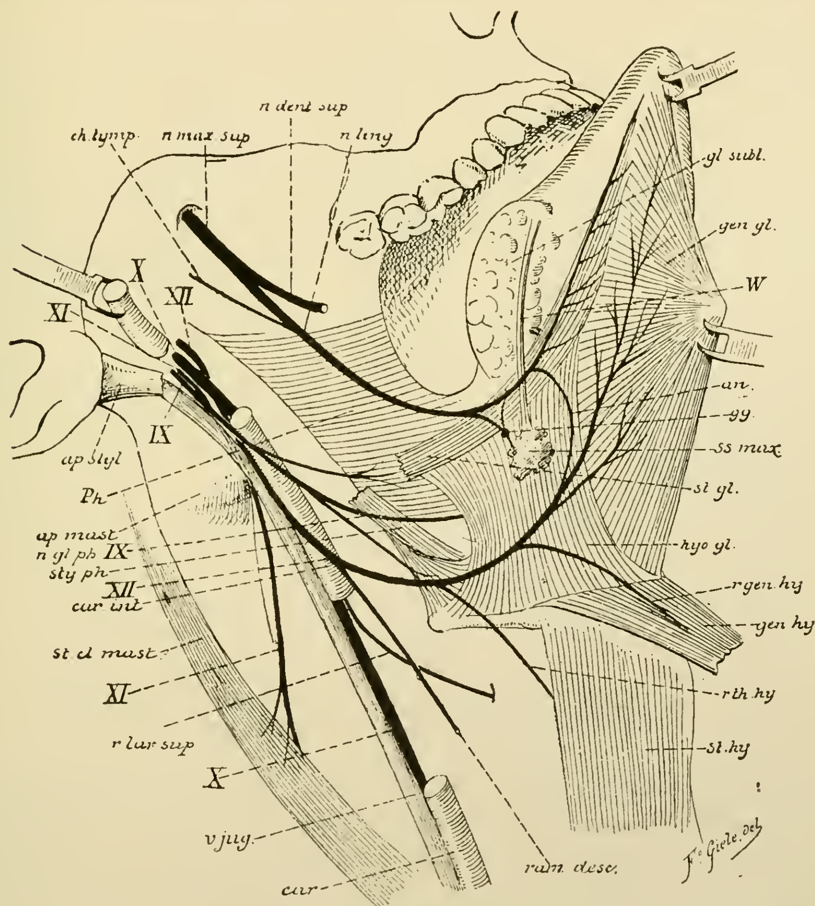


Fig. **350.**

Branches collatérales. 1° Du ganglion pétreux du glosso-pharyngien part une branche collatérale importante qui va donner la sensibilité à la paroi interne de l'oreille moyenne et qu'on appelle le *nerf tympanique*

(*n. tympanicus*) ou *rameau anastomotique de Jacobson*. Il naît du ganglion pétreux, se dirige directement en haut et pénètre dans un petit canal osseux, le *canalicule tympanique*, dont l'orifice inférieur se trouve sur la face inférieure du rocher, entre la fosse jugulaire et le canal carotidien. Ce canalicule s'ouvre sur la paroi inférieure de la caisse du tympan. Arrivé dans cette caisse, le rameau de Jacobson parcourt le sillon creusé sur la paroi interne de l'oreille moyenne et se divise en six branches, fig. 351 : deux postérieures qui se rendent à la muqueuse dans le voisinage de la fenêtre ovale et de la fenêtre ronde ; deux antérieures, dont l'une va se rendre dans

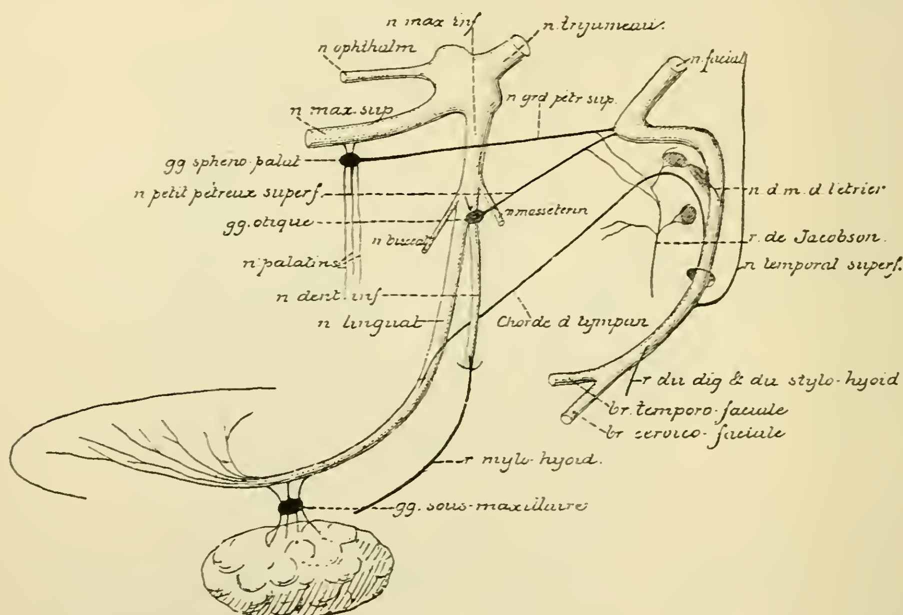


Fig. 351.

Schéma montrant les anastomoses qui se font entre le nerf trijumeau, le nerf facial et le nerf glosso-pharygien,

la muqueuse de la trompe d'Eustache, tandis que l'autre s'anastomose avec le plexus carotidien du sympathique ; enfin deux branches supérieures qui sortent de la caisse du tympan par sa paroi supérieure et arrivent sur la face antérieure de la portion pierreuse du temporal. L'une de ces branches constitue le *nerf grand pétreux profond* ; elle va se réunir au *nerf grand pétreux superficiel* provenant du facial et se rend avec lui au ganglion sphéno-palatin du nerf maxillaire supérieur, branche du trijumeau. L'autre branche forme le *nerf petit pétreux profond* ; elle se joint au *nerf petit pétreux superficiel* du facial et se rend au ganglion optique du nerf maxillaire inférieur.

2° Les *nerfs pharyngiens* (*rami pharyngei*), au nombre de deux ou de trois, se rendent dans la paroi latérale du pharynx et constituent le *plexus pharyngien* avec les filets pharyngiens du sympathique et du nerf pneumo-gastrique.

3° Le *nerf du stylo-pharyngien* (*ramus stylopharyngeus*) quitte la neuvième paire au moment où elle contourne le muscle stylo-pharyngien. D'après les recherches de Volkmann et de Rëthi il innerve ce dernier muscle.

4° Des *rameaux tonsillaires* (*rami tonsillares*) destinés à la muqueuse de l'amygdale et du pilier du voile du palais.

Branches terminales. Arrivé à la base de la langue, le nerf glosso-pharyngien se résout en branches terminales qui se rendent dans la muqueuse du tiers postérieur du dos de la langue, depuis le voisinage de l'épiglotte jusqu'un peu au-devant du V lingual.

Ces branches terminales (*rami linguales*) donnent à la muqueuse du tiers postérieur de la langue les filets de la sensibilité générale et les filets de la sensibilité gustative ou filets gustatifs; ceux-ci se terminent principalement dans les bulbes gustatifs.

En se basant sur les observations de Fusari et de Panasci, on a admis pendant quelque temps que ces filets gustatifs du nerf glosso-pharyngien avaient leurs cellules d'origine dans la muqueuse linguale elle-même. Ces auteurs avaient, en effet, décrit l'existence, dans les bulbes gustatifs, de cellules nerveuses bipolaires identiques aux cellules de la muqueuse olfactive. Le prolongement périphérique de ces cellules se terminait librement à la surface de la muqueuse, tandis que le prolongement interne devenait une fibre constitutive du nerf lui-même. Malgré de nombreuses recherches faites avec la méthode de Golgi sur la muqueuse linguale du chien et du chat, pour retrouver ces cellules bipolaires de Fusari et Panasci, nous n'avions jamais réussi à les mettre en évidence. Dans toutes nos recherches, nous ne parvenions à colorer, dans la muqueuse linguale que des terminaisons nerveuses libres intra-épithéliales. Ce résultat négatif, ne nous permettait cependant pas de mettre en doute les observations positives des deux auteurs italiens. Dans ces derniers temps, Retzius, Arnstein, v. Lenhossek, et Jacques ont repris l'étude des terminaisons nerveuses gustatives dans les différents groupes de vertébrés. Nulle part, ils n'ont retrouvé les cellules bipolaires de Fusari et Panasci. Le chromate d'argent n'a mis en évidence que des terminaisons libres interépithéliales un peu plus abondantes au niveau des bulbes gustatifs que dans la muqueuse voisine. On doit donc admettre que les fibres gustatives du glosso-pharyngien ont, comme les fibres de

la sensibilité générale, leurs cellules d'origine dans les ganglions supérieur et pétreux situés sur le trajet de ce nerf.

La structure interne du métencéphale.

Vous savez que le métencéphale est la partie du rhombencéphale comprise entre l'isthme du rhombencéphale et le myélencéphale. Il est formé d'une partie ventrale, la *protubérance annulaire* ou le *pont de Varole* (*pons*), et d'une partie dorsale, le *cervelet*. Ces deux parties sont reliées l'une à l'autre par les *pédoncules cérébelleux moyens* ou *bras du pont* (*brachia pontis*).

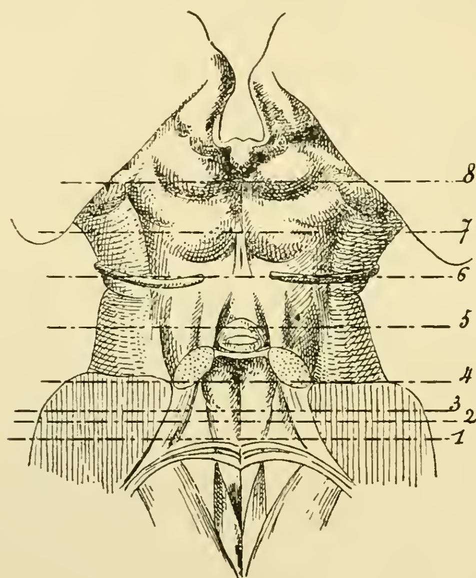


Fig. 352.

La face postérieure du métencéphale et du mésencéphale. Gr. nat. Les lignes pointillées 1 à 6 indiquent les plans de section des fig. 353 à 359.

Pont de Varole.

L'étude d'une série de coupes transversales pratiquées aux différents niveaux de la protubérance nous renseignera complètement sur l'organisation interne de cette partie importante de l'axe cérébro-spinal. Nous avons indiqué dans la fig. 352, par des lignes pointillées, le niveau auquel correspondent les différentes coupes que nous allons étudier en détail.

La fig. 353 représente le dessin d'une coupe faite vers le bor

inférieur de la protubérance annulaire. Ce qui donne à cette coupe et à toutes celles que nous allons étudier dans cette leçon un caractère particulier, qui les différencie nettement des coupes de la moelle allongée, c'est que toute leur moitié antérieure est occupée par de nombreux faisceaux compacts de fibres transversales appartenant à la protubérance. Toutes ces coupes sont formées, en effet, de deux parties : une *partie antérieure* ou *basale* (*pars basilaris pontis*) formée essentiellement par les fibres protubérantielles ou fibres des pédoncules cérébelleux moyens et une *partie postérieure* ou *dorsale (pars dorsalis pontis)* où nous trouvons les éléments particuliers du rhombencéphale.

Dans la partie basale, FIG. 353, on aperçoit, entre les fibres protubérantielles qui ont toutes une direction transversale, des amas irréguliers de substance grise qui constituent les *noyaux du pont (nuclei pontis)*. Les fibres transversales s'entrecroisent sur la ligne médiane et se rendent de chaque côté, par le pedoncule cérébelleux moyen, dans les hémisphères du cervelet. Outre les fibres commissurales reliant l'un à l'autre les deux hémisphères cérébelleux, ces faisceaux protubérantiels renferment un grand nombre de fibres servant à relier la couche corticale grise d'un hémisphère cérébelleux aux noyaux du pont. D'après les recherches récentes de CAJAL, ces fibres transversales, que nous proposons d'appeler *fibres ponto-cérébelleuses,* auraient leurs cellules d'origine dans les noyaux du pont pour se rendre dans le pédoncule cérébelleux moyen du côté opposé et, par là, à l'écorce cérébelleuse. L'entrecroisement de ces fibres se fait dans la protubérance annulaire elle-même.

Au milieu de ces fibres transversales, on voit la section d'un faisceau compact de fibres nerveuses longitudinales (*fasciculi longitudinales*). Ce sont les fibres des pyramides antérieures de la moelle allongée qui traversent la protubérance pour se rendre vers l'écorce cérébrale. En traversant la protubérance, ces fibres pyramidales émettent un grand nombre de branches collatérales qui toutes se terminent entre les cellules nerveuses qui constituent les noyaux du pont.

Ces collatérales relient donc les fibres du faisceau pyramidal aux cellules d'origine des fibres ponto-cérébelleuses et comme celles-ci sont, en majeure partie, des fibres croisées, nous voyons par là une connexion s'établir entre l'hémisphère cérébral d'un côté et l'hémisphère cérébelleux du côté opposé (*voie cortico-ponto-cérébelleuse*).

Ces fibres longitudinales divisent les fibres du pont en deux groupes : les *fibres superficielles* (*fibrae pontis superficiales*) et les *fibres profondes* (*fibrae pontis profundae*).

Ces deux faisceaux pyramidaux sont traversés d'arrière en avant par des faisceaux plus grêles à direction antéro-postérieure, *VI* : ce sont les fibres radiculaires du nerf oculo-moteur externe qui sortent du tronc cérébral immédiatement en dessous du bord inférieur de la protubérance.

La partie dorsale de la coupe présente, sur la ligne médiane, le *raphé.* C'est là que, sur toute la longueur du tronc cérébral, viennent s'entrecroiser de nombreux faisceaux de fibres nerveuses transversales, *fibres arciformes internes,* dont on ignore encore en grande partie l'origine et la terminaison.

De chaque côté du raphé, entre les fibres à direction transversale, on

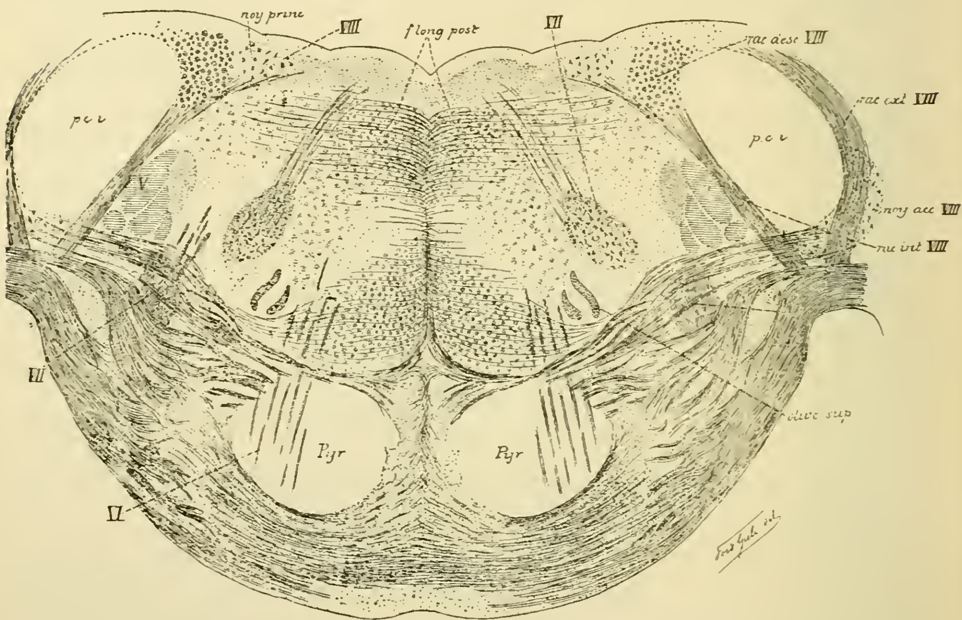


Fig. 353.
Coupe transversale du pont de Varole correspondant au plan de section 1 de la fig. 352.

voit tout le champ occupé par la section de petits faisceaux de fibres à direction longitudinale. Le long de la moelle allongée, ces fibres formaient, dans le voisinage immédiat du raphé, entre les fibres radiculaires des deux nerfs hypoglosses, un faisceau compact depuis la substance grise du plancher du quatrième ventricule jusqu'aux faisceaux pyramidaux.

Dans la protubérance, un noyau gris, appelé souvent *noyau central,* vient séparer ces fibres en deux masses distinctes. En avant, immédiatement en contact avec les fibres protubérantielles, nous retrouvons la continuation de la couche interolivaire des fibres sensitives ou fibres de la voie sensitive centrale venant des masses grises de la moelle (*lemniscus*). En arrière, dans

le voisinage immédiat du plancher du quatrième ventricule, apparaît la continuation des voies courtes ou du faisceau fondamental du cordon antérieur de la moelle. A partir de la partie inférieure de la protubérance, ce faisceau prend le nom de *faisceau longitudinal postérieur* ou *médian (fasciculus longitudinalis medialis)*. Un peu en dehors de la couche des fibres sensitives apparaît une lamelle grise repliée sur elle-même, c'est l'*olive supérieure (nucleus olivaris superior)* ; puis une masse volumineuse de substance grise riche en cellules nerveuses volumineuses : c'est la partie inférieure du noyau d'origine du nerf facial (*nucleus n. facialis*). De ce noyau partent des fibres radiculaires qui se dirigent en arrière et en dedans vers le plancher du quatrième ventricule, constituant la *branche radiculaire interne* (*pars prima*) du facial.

Plus en dehors encore, on tombe sur la coupe de la racine *spinale* du nerf trijumeau, *V*, (accompagnée de la masse grise terminale des fibres de cette racine), limitée latéralement par la racine interne du nerf acoustique et par le pédoncule cérébelleux inférieur, *pci*.

Entre le noyau d'origine du nerf facial et la racine descendante du nerf trijumeau, on aperçoit encore, à gauche, des faisceaux des fibres à direction antéro-postérieure. Ils appartiennent encore au nerf facial, dont ils forment une partie de la *branche radiculaire externe* (*pars secunda*).

La racine descendante du nerf trijumeau est limitée en avant par des fibres transversales. Celles-ci proviennent du *noyau accessoire* et du *tubercule latéral du nerf acoustique*, passent au-devant de l'olive supérieure, traversent la couche des fibres sensitives d'origine spinale et s'entrecroisent sur la ligne médiane avec les fibres du côté opposé. Cet ensemble de fibres transversales, nettement distinctes des fibres protubérantielles, est connu sous le nom de *corps trapézoïde* (*corpus trapezoideum*) et appartient aux voies centrales de la racine cochléaire du nerf acoustique ainsi que nous le verrons plus tard.

Sur le plancher du quatrième ventricule, on trouve de dehors en dedans :

1° la racine descendante de la branche vestibulaire du nerf acoustique avec la masse grise voisine, et

2° le *noyau principal* du même nerf, qui fait saillie sur ce plancher au niveau de la région acoustique.

Les fibres longitudinales, que l'on trouve, en arrière des fibres du corps trapézoïde, dans la région connue sous le nom de substance réticulaire grise ou *formation réticulaire*, appartiennent en partie aux voies courtes, en partie à la voie centrale des fibres sensitives et principalement à la partie de cette voie qui est en connexion avec les noyaux terminaux du nerf pneumogastrique, du nerf glosso-pharyngien et du nerf trijumeau.

La coupe suivante, FIG. **354**, nous amène dans le domaine du nerf facial et du nerf oculo-moteur externe.

La moitié antérieure de la coupe est occupée par les fibres protubérantielles avec les noyaux du pont et par les faisceaux pyramidaux disloqués par le passage des fibres transversales.

Immédiatement en arrière des fibres protubérantielles, nous retrouvons, de chaque côté du raphé, la couche des fibres sensitives spinales ou *lemnicus*,

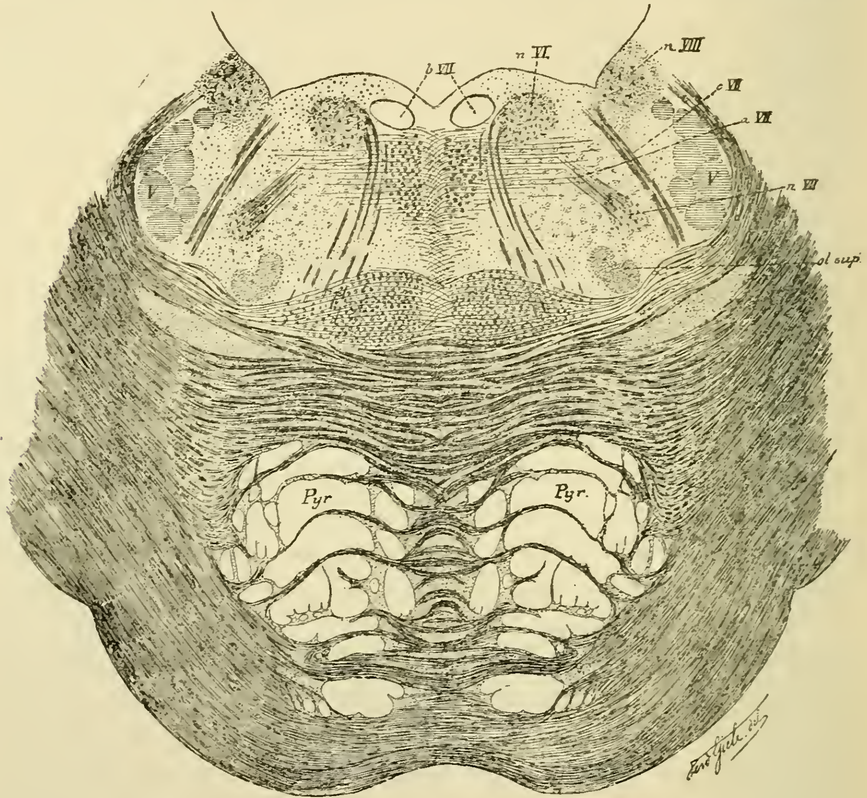


FIG. **354.**

Coupe correspondant au plan de section 2 de la FIG. **352.**

le noyau central et le faisceau longitudinal postérieur. Entre ce faisceau et le plancher du quatrième ventricule existe la coupe arrondie d'un autre faisceau à fibres verticales : c'est la *branche radiculaire ascendante* du nerf facial.

Au-devant et un peu en dehors de cette branche du facial se trouve une masse compacte de substance grise riche en cellules nerveuses : c'est le *noyau d'origine* du nerf oculo-moteur externe, *nVI*. Les fibres radiculaires de ce nerf quittent ce noyau par sa face interne et traversent horizontalement la coupe jusqu'au niveau des fibres protubérantielles. Ces fibres

n'ont été coupées que sur une partie de leur trajet, parce que, pour aller de leur noyau d'origine réelle à leur origine apparente, elles suivent dans le tronc cérébral une direction oblique en bas et en avant.

En dehors de ces fibres du nerf de la sixième paire, nous retrouvons encore comme parties essentielles :

1° L'olive supérieure, *ol. sup.*;

2° Le noyau d'origine du nerf facial avec le commencement de la *branche radiculaire interne*, *nVII*;

3° Un faisceau de fibres nerveuses appartenant encore au nerf facial, *cVII*, la *branche radiculaire externe*;

4° Une partie de la racine interne du nerf acoustique avec son noyau à grosses cellules et

5° La racine descendante du nerf trijumeau, *V*.

Ce qui doit vous frapper sur cette coupe, c'est que le nerf facial a été sectionné à trois points différents de son trajet :

1° au niveau de son noyau d'origine et de sa branche radiculaire interne, *nVII*;

2° dans sa branche radiculaire ascendante, *bVII*, et

3° dans sa branche radiculaire externe, *cVII*.

Les fibres radiculaires du facial décrivent, en effet, avant de sortir du tronc cérébral, un trajet assez complexe dans la profondeur même de la protubérance annulaire.

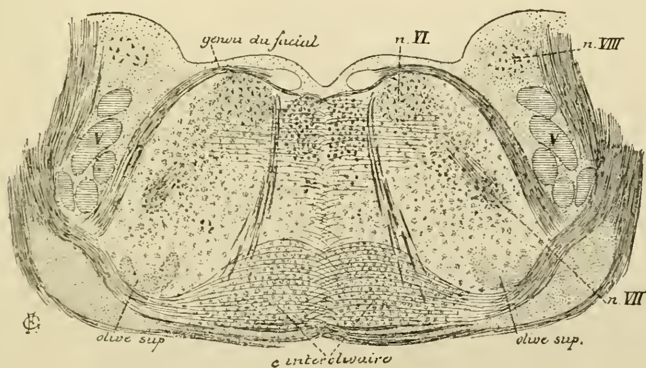


Fig. 355.
Coupe correspondant au plan de section 3 de la fig. 352.

Du noyau d'origine, ces fibres se dirigent en arrière et en dedans jusqu'au niveau du plancher du quatrième ventricule, un peu en dehors de la ligne médiane. Ce faisceau de fibres radiculaires, compris entre le noyau d'origine et le plancher du quatrième ventricule, porte le nom de

branche radiculaire interne. Arrivées près de la ligne médiane, toutes ces fibres se recourbent en haut et prennent une direction longitudinale constituant ce qu'on appelle la *branche radiculaire ascendante.* Après un court trajet, toutes les fibres se recourbent une deuxième fois en dehors en devenant transversales, ainsi que cela apparaît clairement dans la FIG. **355** qui représente la moitié dorsale d'une coupe de la protubérance prise un peu au-dessus de la coupe précédente. Ce faisceau de fibres transversales s'appelle le *genou du facial.* Enfin, les fibres radiculaires s'infléchissent une troisième fois en bas, en avant et en dehors, formant la *branche radiculaire externe* qui va sortir du tronc cérébral dans le sillon horizontal séparant la protubérance annulaire de la moelle allongée. Nous avons représenté ce trajet assez complexe des fibres radiculaires du nerf

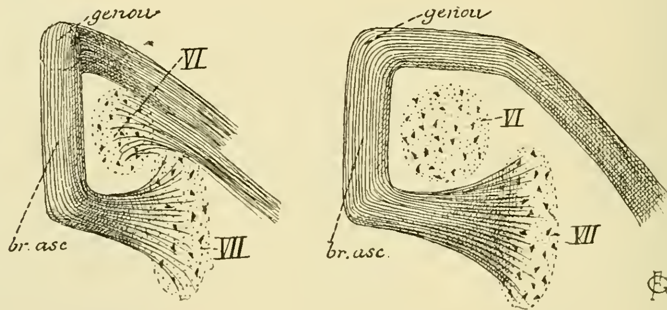


FIG. **356.**

Schéma indiquant le trajet des fibres radiculaires du nerf facial.
A gauche, ces fibres sont vues de profil.
A droite, elles sont représentées sur une vue de face.
VII : Noyau d'origine du nerf facial.
VI : Noyau d'origine du nerf oculo-moteur externe.

de la septième paire dans les deux schémas de la FIG. **356.** On voit que, dans leur ensemble, les fibres radiculaires du nerf facial décrivent une courbe en fer à cheval, dans la concavité de laquelle est situé le noyau d'origine du nerf oculo-moteur externe. Ce noyau du nerf de la sixième paire et la partie des fibres radiculaires qui le contourne — la branche radiculaire ascendante et le genou du facial — produisent sur le plancher du quatrième ventricule une saillie arrondie connue sous le nom de *éminence ronde* ou *éminence médiane.*

La majeure partie des fibres nerveuses de la substance réticulaire grise comprise entre les fibres radiculaires du nerf oculo-moteur externe et les fibres de la branche radiculaire externe du nerf facial appartiennent à la partie de la voie sensitive centrale en connexion avec les nerfs sensitifs

du myélencéphale et du métencéphale : le nerf glosso-pharyngien, le nerf pneumo-gastrique et le nerf trijumeau.

La coupe suivante nous amène dans le domaine du nerf trijumeau FIG. 357.

Le nerf facial et le nerf oculo-moteur externe n'existent plus. Entre les fibres transversales de la protubérance et le plancher libre du quatrième ventricule, on retrouve la couche des fibres sensitives spinales, de nombreuses fibres arciformes internes s'entrecroisant dans le raphé, le faisceau longitudinal postérieur et, tout à fait en dehors, une partie de l'olive supérieure.

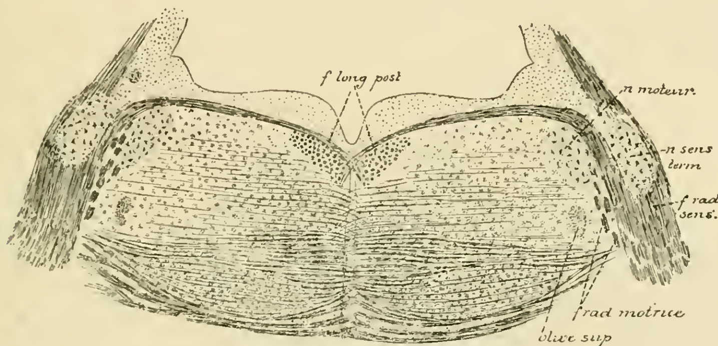


FIG. 357.
Coupe correspondant au plan de section 4 de la FIG. 352.

Sur les parties latérales de la coupe, nous voyons les fibres radiculaires du nerf trijumeau. On y distingue facilement un petit faisceau interne, la *racine motrice*, provenant d'une masse grise ovalaire, le *noyau moteur* ou *noyau masticateur*, et un faisceau volumineux externe, la *racine sensitive*, s'étendant jusqu'au niveau d'une masse grise volumineuse riche en petites cellules nerveuses qui constitue le *noyau sensitif terminal*. Entre le noyau moteur et le noyau terminal sensitif, on voit passer un petit faisceau de fibres nerveuses qui se dirige transversalement en dedans, un peu en dessous de la face libre du plancher, pour s'entrecroiser au raphé avec un faisceau semblable venu du côté opposé. Il représente, selon toute probabilité, ou bien les fibres motrices du nerf trijumeau provenant du noyau d'origine du côté opposé, ou bien des fibres sensitives appartenant à la voie sensitive centrale du nerf de la cinquième paire.

Tout le reste de la coupe constitue ce què l'on appelle la *formation réticulaire*. On y trouve :

1° des fibres transversales, *fibres arciformes internes*, appartenant en

majeure partie aux cellules nerveuses du noyau sensitif terminal du trijumeau ;

2° de nombreux petits faisceaux de fibres longitudinales représentant, en partie, les voies courtes du métencéphale et, en partie aussi, les fibres de la voie sensitive centrale du nerf vague, du nerf glosso-pharyngien, du nerf acoustique (partie vestibulaire et partie cochléaire) et du nerf trijumeau ;

3° des cellules nerveuses éparpillées entre les fibres nerveuses, *cellules de la formation réticulaire*, dont les prolongements cylindraxiles deviennent des fibres longitudinales, directes ou croisées, soit de la formation réticulaire, soit du faisceau longitudinal postérieur.

La FIG. **358** représente la moitié dorsale d'une coupe de la protubérance annulaire faite au-dessus de l'origine du nerf trijumeau. Le quatrième

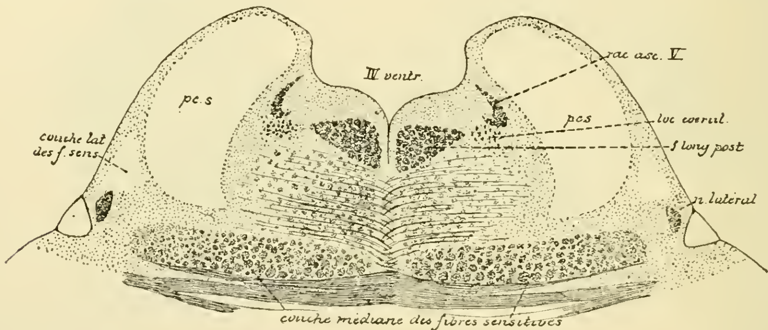


FIG. **358**.

Coupe correspondant au plan de section 5 de la FIG. **352**.

ventricule commence à se rétrécir. Il est limité, de chaque côté, par le pédoncule cérébelleux supérieur venant du cervelet, *pcs*.

En avant existent les fibres protubérantielles avec les noyaux du pont et les faisceaux des voies pyramidales.

La couche antérieure ou médiane des fibres sensitives (*lemniscus medialis*) tend à s'écarter du raphé. Tout à fait en dehors apparaît une petite masse grise nouvelle, le *noyau latéral* (*nucleus lemnisci lateralis*), d'où partent des fibres nerveuses qui montent quelque peu déjà sur la face latérale du pédoncule cérébelleux supérieur constituant la *couche latérale des fibres sensitives* ou *couche latérale du ruban de Reil* (*lemniscus lateralis*).

Entre les deux pédoncules cérébelleux, on trouve :

1° le faisceau longitudinal postérieur ;

2° la coupe d'un petit faisceau de fibres nerveuses appelé *racine descendante*, *racine motrice* ou *racine cérébrale* du nerf trijumeau et longé

en dedans par une traînée de cellules nerveuses qui représentent les cellules d'origine des fibres constitutives de cette racine ; et

3° un amas de cellules nerveuses riches en granulations pigmentaires constituant ce que l'on appelle le *locus cæruleus*.

Tout le reste appartient à la substance réticulaire grise ou formation réticulaire qui commence à prendre ici le nom de *région de la calotte* ; le *Haubenfeld* des auteurs allemands.

Les fibres longitudinales de cette région représentent, en majeure partie du moins, les fibres de la voie sensitive centrale des nerfs sensitifs qui dépendent du myélencéphale et du métencéphale.

C'est dans la partie latérale de cette région, tout près de la face interne du pédoncule cérébelleux supérieur que se trouvent les fibres constitutives de la voie sensitive centrale en connexion avec le nerf trijumeau (Wallenberg).

La coupe suivante, fig. 359, nous montre le quatrième ventricule entièrement fermé par la valvule de Vieussens et transformé en aqueduc de Sylvius. Dans l'épaisseur de cette valvule, on trouve des fibres entre-croisées : ce sont les filets radiculaires des deux nerfs pathétiques, *IV*. Après entrecroisement dans la valvule, ces nerfs sortent de la face postérieure de l'axe cérébro-spinal, de chaque côté de la valvule de Vieussens.

Les pédoncules cérébelleux supérieurs ont perdu leurs contours réguliers. Leurs fibres constitutives se dirigent obliquement en avant et en dedans et viennent s'entrecroiser sur la ligne médiane en arrière de la couche médiane des fibres sensitives.

Entre les deux pédoncules, on trouve encore :

1° la racine motrice descendante ou cérébrale du nerf trijumeau ;

2° un faisceau arrondi de fibres nerveuses formant la *branche descendante du nerf pathétique ;*

3° le *locus cæruleus* et

4° le faisceau longitudinal postérieur.

La couche médiane des fibres sensitives ou couche des fibres sensitives d'origine spinale s'est écartée davantage encore de la ligne médiane. Une partie de ses fibres contourne la face latérale du pédoncule cérébelleux supérieur et prend part à la constitution de la *couche latérale*.

La moitié antérieure de la coupe est constituée par les fibres transversales de la protubérance, les noyaux du pont et les faisceaux de fibres nerveuses à direction longitudinale que l'on désigne communément sous le nom de *pyramides*.

Si vous comparez cette coupe à celle que nous avons faite tout près du bord inférieur de la protubérance, FIG. **353**, vous verrez que ces faisceaux de fibres à direction longitudinale, en traversant de haut en bas toute l'épaisseur du pont, diminuent considérablement de volume. Cette dimi-

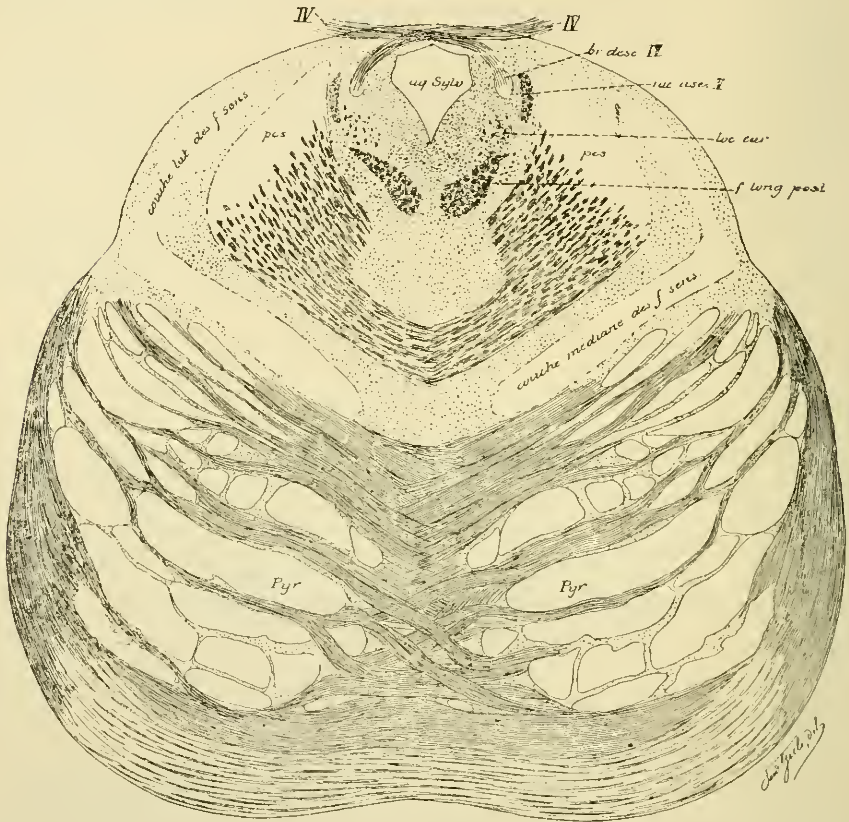


FIG. **359**.
Coupe correspondant au plan de section 6 de la FIG. **352**.

nution n'est due qu'en petite partie à des fibres motrices qui quittent ces faisceaux pour se terminer dans les masses grises de la protubérance formées par les cellules d'origine des nerfs moteurs périphériques : le nerf trijumeau, le nerf oculo-moteur externe et le nerf facial. Cette diminution est due principalement aux nombreuses fibres nerveuses qui quittent ces faisceaux pour se terminer dans les noyaux du pont, *fibres cortico-protubérantielles*, et là se mettre en connexion avec les cellules nerveuses qui forment ces noyaux et dont les prolongements cylindraxiles croisent, en majeure partie, la ligne médiane, forment l'élément constituant principal

du pédoncule cérébelleux moyen du côté opposé et se terminent dans l'écorce cérébelleuse, *fibres ponto-cérébelleuses*.

Les faisceaux de fibres nerveuses longitudinales comprennent donc, dans la partie basale la protubérance, les fibres motrices et les fibres des faisceaux cortico-protubérantiels.

D'après les recherches de Gattel, les fibres motrices, appartenant à la voie pyramidale, se trouveraient dans la partie antérieure de la protubérance, dans le voisinage immédiat du raphé, tandis que les fibres cortico-protubérantielles occuperaient la zone postérieure et externe des faisceaux longitudinaux de la partie basale du pont de Varole.

Le pont est une partie importante de l'axe cérébro-spinal. Sa structure interne est loin d'être connue. Comme vous le prouve l'étude des quelques coupes que nous avons examinées, on ne connaît encore, d'une manière certaine, que la position et les rapports des fibres motrices constituant les pyramides, des fibres sensitives centrales formant la couche du ruban de Reil et la position de différentes masses grises. Parmi celles-ci, les unes donnent origine à des fibres motrices : ce sont les noyaux d'origine moteurs du nerf facial, du nerf oculo-moteur externe et de la partie motrice du nerf trijumeau ; tandis que les autres servent de noyau terminal pour les fibres sensitives de certains nerfs périphériques : ce sont les noyaux sensitifs terminaux du nerf acoustique et de la partie sensitive du nerf trijumeau.

Les fibres de la voie motrice centrale traversent, de haut en bas, le pont de Varole, étant situées entre les fibres transversales de la protubérance. Pendant ce trajet, ces fibres abandonnent un grand nombre de collatérales qui vont se ramifier et se terminer dans les noyaux du pont et là se mettre en connexion avec les cellules d'origine des fibres ponto-cérébelleuses.

En étudiant la structure interne du myélencéphale, nous avons vu qu'en passant par la moelle allongée les fibres pyramidales se comportaient d'une façon identique par rapport aux cellules de l'olive. Les fibres ponto-cérébelleuses et olivo-cérébelleuses établissent donc une connexion, croisée et directe entre les fibres de la voie motrice centrale — c'est-à-dire entre la zone motrice de l'écorce cérébrale — et la zone corticale grise des hémisphères cérébelleux.

Les fibres longitudinales qui pénètrent dans le pont de Varole au niveau de son bord supérieur ne traversent pas toutes le métencéphale pour se continuer avec les fibres de la pyramide antérieure du bulbe. La majeure partie de ces fibres s'arrêtent dans la protubérance, soit qu'elles représentent

des fibres de la voie motrice centrale allant se terminer dans les noyaux des nerfs moteurs périphériques dépendant du métencéphale, soit qu'elles représentent des fibres cortico-protubérantielles se terminant directement dans les noyaux du pont.

Les fibres de la voie sensitive centrale qui représentent, dans le pont de Varole, la continuation des fibres de la couche interolivaire du bulbe, sont situées immédiatement en arrière des fibres transversales profondes du pont.

En traversant, de bas en haut, le métencéphale, ce faisceau de fibres nerveuses s'aplatit dans le sens transversal. Ce faisceau de fibres nerveuses n'augmente guère de volume, en passant par la protubérance, et cependant, nous trouvons dans cette partie de l'axe nerveux des masses grises volumineuses qui sont les noyaux terminaux des nerfs sensitifs périphériques, (noyau terminal de la partie sensitive du nerf trijumeau et noyaux terminaux des racines interne et externe du nerf acoustique) en même temps qu'elles sont les noyaux d'origine pour les fibres de la voie sensitive centrale du trijumeau et de l'acoustique. Où se rendent donc ces dernières fibres ? Nous croyons que le faisceau de fibres nerveuses, désigné généralement sous le nom de *médiale Schleife (Lemniscus medialis)* ou couche de Ruban de Reil, ne représente, dans le myélencéphale et le métencéphale, que la continuation des fibres sensitives centrales ayant leurs cellules d'origine dans la moelle épinière et que les fibres sensitives centrales, qui relient les nerfs sensitifs de la moelle allongée et de la protubérance annulaire aux parties supérieures de l'axe nerveux, constituent des faisceaux distincts occupant une partie plus ou moins étendue de la formation réticulaire.

La couche des fibres sensitives centrales est donc formée de deux parties : 1° Une partie antérieure constituant la voie sensitive centrale d'*origine spinale;* elle correspond à la couche interolivaire du myélencéphale et à la couche médiane du ruban de Reil *(lemniscus medialis)* du métencéphale.

2° Une partie postérieure constituant la voie sensitive centrale d'*origine bulbaire* et *protubérantielle;* elle correspond à une grande partie des fibres constitutives de la formation réticulaire.

Une question importante, encore soumise à discussion, est celle de connaître les connexions anatomiques des fibres transversales de la protubérance.

En appliquant la méthode embryologique de Flechsig à l'étude des fibres transversales de la protubérance annulaire, Bechterew a pu établir, en 1885, qu'il existe dans les pédoncules cérébelleux moyens au moins deux espèces de fibres nerveuses : des *fibres proximales* ou *cérébrales*

dépourvues encore de gaine de myéline chez des enfants âgés de quelques semaines et des *fibres distales* ou *spinales* déjà myélinisées à cette époque. Ces fibres spinales se terminent, d'après Bechterew, dans les noyaux du pont du même côté et du côté opposé et dans un amas gris situé dans la substance réticulaire du côté opposé : le *noyau réticulaire* de Bechterew. De ces masses grises partiraient d'autres fibres nerveuses descendantes qui pénétreraient dans la moelle pour s'y mettre en connexion avec les cellules de la corne antérieure. Cette *voie cérébello-ponto-spinale* relierait donc, d'après Bechterew, l'écorce cérébelleuse aux cellules motrices de la corne antérieure; ses fibres constitutives auraient leurs cellules d'origine dans le cervelet.

Les fibres transversales proximales ou cérébrales du pont seraient en connexion avec le cerveau terminal par les fibres cortico-protubérantielles. Ces fibres trouveraient leur terminaison dans la substance grise de l'écorce cérébelleuse.

Kölliker part de l'idée que les pédoncules cérébelleux moyens renferment à la fois des fibres centripètes et des fibres centrifuges. Les fibres centrifuges viennent du cervelet et représentent, pour lui, les prolongements cylindraxiles des cellules de Purkinje. Ce sont donc des *fibres de Purkinje*. Il admet que toutes ces fibres de Purkinje vont se terminer, par des ramifications libres, dans les noyaux du pont. Les cellules constitutives de ces masses grises enverraient leurs prolongements cylindraxiles soit, par le pédoncule cérébelleux moyen du côté opposé (fibres centripètes de ce pédoncule), dans l'hémisphère cérébelleux du côté opposé, soit, par le pied du pédoncule cérébral, dans l'hémisphère cérébral du côté opposé.

D'après Kölliker donc, le pédoncule cérébelleux moyen et la protubérance annulaire seraient formés de deux espèces de fibres nerveuses :

1° des fibres commissurales reliant les deux hémisphères cérébelleux l'un à l'autre;

2° des fibres cérébello-cérébrales reliant le cervelet au cerveau terminal.

Ces deux espèces de fibres nerveuses représenteraient les prolongements cylindraxiles de cellules de Purkinge du cervelet.

Les recherches de Cajal l'ont conduit à des résultats complètement différents.

Pour Cajal, les fibres de la portion spinale de la protubérance annulaire dégénèrent après des lésions limitées de l'écorce cérébelleuse : ces fibres ont leurs cellules d'origine dans l'écorce cérébelleuse (cellules de

Purkinje), croisent la ligne médiane dans l'épaisseur du pont, puis s'enfoncent dans la partie latérale de la substance réticulaire grise où elles deviennent des fibres longitudinales ascendantes, descendantes ou même à la fois, après bifurcation, ascendantes et descendantes. Ces fibres longitudinales émettent, pendant leur trajet, des collatérales qui vont se terminer autour des cellules de la substance réticulaire et dans l'épaisseur du noyau d'origine du facial et des autres nerfs moteurs.

Ces fibres horizontales de la partie spinale du pont de Varole relient donc directement l'écorce cérébelleuse aux cellules d'origine des nerfs moteurs périphériques.

Les fibres horizontales de la partie proximale de la protubérance, de loin beaucoup plus nombreuses que les fibres de la partie distale, ont toutes leurs cellules d'origine dans les noyaux du pont; ce sont des fibres ponto-cérébelleuses se rendant, en majeure partie, dans l'hémisphère cérébelleux du côté opposé, en petite partie, dans l'hémisphère cérébelleux du côté correspondant. Par les collatérales qui naissent des fibres de la voie pyramidale pendant leur passage à travers le pont de Varole ces fibres ponto-cérébelleuses relient la zone motrice de l'écorce cérébrale aux hémisphères cérébelleux.

Il existe donc une *voie cortico-ponto-cérébelleuse* à la fois directe et croisée. Kölliker la considère comme une *voie ascendante, centripète.* Avec Cajal nous la considérons comme une *voie descendante, centrifuge.*

Nos recherches personnelles tendent à prouver que cette manière de comprendre la constitution des fibres protubérantielles est conforme à la réalité. C'est sur ces faits anatomiques que nous nous sommes basé pour admettre l'existence d'une double voie de connexion entre la zone motrice du cerveau terminal et les cellules radiculaires de la corne antérieure de la moelle épinière :

1° une voie directe, cortico-spinale, reliant le cerveau terminal aux noyaux d'origine des nerfs moteurs du côté opposé;

2° une voie indirecte formée par la superposition d'un grand nombre de neurones : voie cortico-ponto-cérébelleuse et cérébello-spinale.

En dehors de ces quelques points particuliers, toute la structure interne de la protubérance est encore incertaine.

Dans toute l'étendue de la partie dorsale du pont de varole on trouve un nombre incalculable de fibres nerveuses à direction horizontale qui s'entrecroisent dans le raphé. On les appelle *fibres arciformes internes.* On ne connait pas encore, d'une façon précise, leur origine et leur destination. On

sait qu'un grand nombre de ces fibres arciformes appartiennent aux fibres des voies motrices reliant la zone corticale motrice de l'hémisphère cérébral d'un côté aux noyaux d'origine des nerfs moteurs périphériques du côté opposé. La plupart de ces fibres appartiennent cependant à la voie sensitive centrale ; elles relient les noyaux sensitifs terminaux d'une moitié de la protubérance à l'écorce grise de l'hémisphère cérébral du côté opposé.

On sait encore que plusieurs de ces fibres horizontales proviennent des cellules nerveuses de la formation réticulaire et se rendent dans le faisceau longitudinal postérieur du même côté et du côté opposé.

Littérature.

Cajal : *Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos.* VII. *Origen de los nervios vago y glosofaringeo.* Madrid, 1895. — Fusari et Panasci : *Sulle terminazioni nervose nella mucosa et nelle ghiandole seriose della lingua dei mamiferi.* Atti della R. Acad. delle Sc. di Torino, 1890. Voir aussi : Archives italiennes de Biologie, 1891. — Retzius : *Die Nervenendigungen in dem Geschmacksorgan der Säugethiere und Amphibien.* Biolog. Unters., Bd. IV, 1892. — Arnstein : *Die Nervenendigungen in den Schmeckbechern der Säuger.* Archiv f. mikr. Anat.. 1893. — v. Lenhossek : *Der feinere Bau und die Nervenendigungen der Geschmacksknospen.* Anatom. Anz., 1893. — *Die Nervenendigung in den Endknospen der Mundschleimhaut der Fische.* Verhandl. d. naturf. Gesellsch. zu Basel, 1892. — *Die Geschmacksknospen in den blattförmigen Papillien der Kaninchenzunge.* Würzburg, 1894. — Jacques : *Terminaisons nerveuses dans l'organe de la gustation.* Paris, 1894, — Gattel : *Beitrag zur Kenntniss der motorischen Bahnen im Pons.* Verhandl. der physik.-medic. Gesellschaft zu Würzburg. Bd. XXIX, n° 4, 1895. — Cajal : *Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encefalo.* I. *Puente de Varolio.* Madrid, 1894. — Wallenberg : *Die secundäre Bahn des sensiblen Trigeminus.* Anatomischer Anzeiger, 1896. — Bechterew : *Zur Anatomie der Schenkel des Kleinhirnes, insbesondere der Brückenarme.* Neurologisches Centralblatt, 1885. — Kölliker : Handbuch der Gewebelehre, Bd. II, 1896, pp. 334. — Van Gehuchten : *Contribution à l'étude du faisceau pyramidal.* Journal de neurologie et d'hypnologie, 1896.

VINGT-QUATRIÈME LEÇON

La structure interne du métencéphale *(Suite)*.

La circulation du pont de Varole. — Les nerfs périphériques qui dépendent du métencéphale : Le nerf acoustique. Le nerf facial.

La circulation de la protubérance annulaire.

Circulation artérielle. La protubérance annulaire reçoit ses artères nourricières du *tronc basilaire*, tronc artériel qui résulte de la réunion

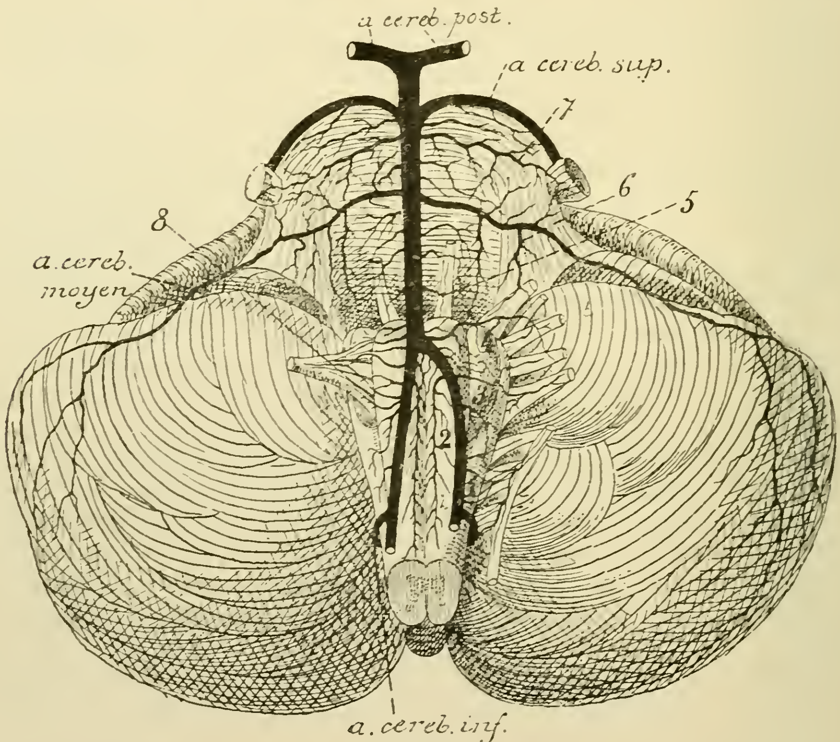


Fig. 360.
Les artères de la face antérieure de la moelle allongée et de la protubérance annulaire (d'après Duret).

1. Artères radiculaires du nerf accessoire de Willis.
2. Artères spinales antérieures.
3. Artères radiculaires du nerf pneumogastrique.
4. Artères radiculaires du nerf glossopharyngien.
5. Artères radiculaires du nerf oculomoteur externe.
6. Artères radiculaires du nerf facial et du nerf acoustique.
7. Artères radiculaires du trijumeau.
8. Artères radiculaires du nerf hypoglosse.

des deux artères vertébrales. Ce tronc artériel est plus volumineux que le calibre d'une des deux vertébrales qui lui donnent naissance, mais il est moins volumineux que le calibre des deux artères réunies.

Le tronc basilaire est situé sur la ligne médiane entre la gouttière basilaire et la protubérance annulaire. Il s'étend ordinairement depuis la partie supérieure de la moelle allongée, où se fait la réunion des deux artères vertébrales, jusqu'un peu au-dessus du bord supérieur de la protubérance annulaire, où il se bifurque presque à angle droit pour donner naissance aux deux *artères cérébrales postérieures*, FIG. 360.

Pendant ce trajet, le tronc basilaire fournit de chaque côté deux artères volumineuses : l'*artère cérébelleuse moyenne* ou *artère cérébelleuse inférieure et antérieure*, vers le milieu de la protubérance, et l'*artère cérébelleuse supérieure* tout près du bord supérieur de cette dernière.

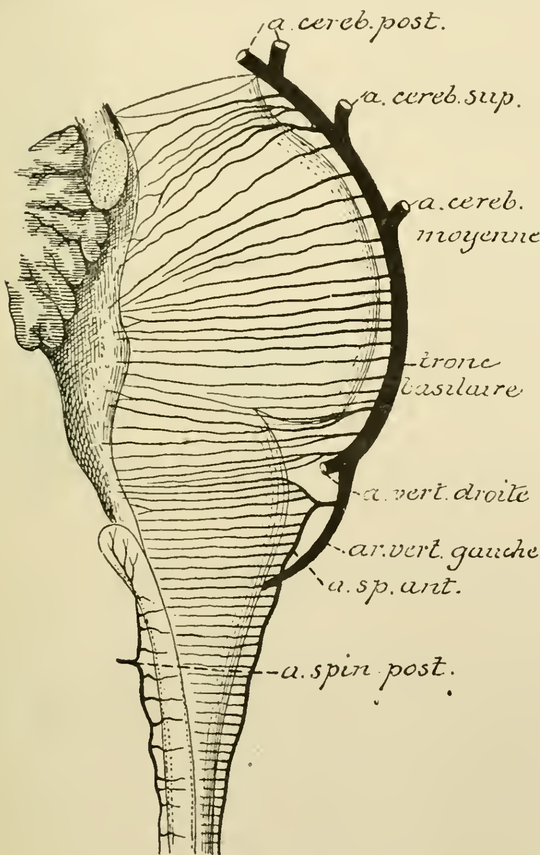


FIG. 361.
Les artères médianes antérieures et postérieures du bulbe et de la protubérance annulaire (d'après DURET.)

Du tronc basilaire et des artères cérébelleuses supérieure et moyenne naissent les artères nourricières de la protubérance, que DURET divise en *artères médianes* ou *artères des noyaux*, *artères radiculaires* et *artères accessoires*.

Les *artères médianes* naissent toutes du tronc basilaire, FIG. 361. Elles pénètrent directement dans la protubérance en suivant un trajet antéro-postérieur. Arrivées dans le voisinage du plancher du quatrième ventricule, elles se recourbent en dehors et vont se distribuer aux masses grises de ce plancher (*artères médio-protubérantielles* de

Duret) : les noyaux du nerf facial, du nerf oculo-moteur externe et du nerf trijumeau. Pendant leur trajet dans le raphé, elles émettent des branches collatérales destinées à la substance blanche voisine.

Les *artères radiculaires* naissent, soit directement du tronc basilaire : artères radiculaires du nerf oculo-moteur externe et une artère radiculaire volumineuse destinée au nerf trijumeau; soit de l'artère cérébelleuse moyenne et de l'artère vertébrale : artères radiculaires du facial, de l'acoustique et une petite artère encore destinée au nerf de la cinquième paire.

Arrivée au nerf auquel elle est destinée, chaque artère radiculaire se divise en une branche périphérique et une branche centrale. La branche périphérique se termine entre les fibres nerveuses périphériques. La branche centrale pénètre dans la protubérance annulaire en accompagnant les filets radiculaires du nerf et se résout en un réseau capillaire dans la profondeur du noyau d'origine de ce nerf.

Comme dans la moelle allongée, chaque noyau d'origine d'un nerf périphérique reçoit donc son sang de deux sources différentes : de l'artère médiane voisine et de l'artère radiculaire correspondante. Toutes ces artères appartiennent au groupe des *artères terminales.*

Les *artères accessoires* proviennent du tronc basilaire, des artères cérébelleuses, des artères médianes ou des artères radiculaires et se terminent dans la substance blanche voisine.

Circulation veineuse. Aux réseaux capillaires artériels font suite des réseaux veineux ; les capillaires veineux se réunissent en veinules qui accompagnent les artérioles et qui vont se déverser dans le plexus veineux extra-médullaire que l'on trouve sur la face externe de la protubérance.

Les nerfs périphériques qui dépendent du métencéphale.

Quatre nerfs périphériques dépendent du métencéphale. Ce sont : le nerf acoustique ou la huitième paire des nerfs craniens, le nerf facial ou septième paire, le nerf oculo-moteur externe ou sixième paire et la cinquième paire, la plus volumineuse de toutes, le nerf trijumeau.

VIII. Le nerf acoustique.

Le nerf acoustique (*n. acusticus*) ou nerf de la huitième paire est un nerf exclusivement sensoriel. Il provient du sillon horizontal qui sépare la protubérance annulaire de la moelle allongée et parcourt le conduit auditif interne,

au fond duquel il se divise en deux branches terminales : une branche vestibulaire ou *nerf vestibulaire (n. vestibuli)* et une branche limacéenne ou *nerf cochléaire (n. cochleae).*

Origine réelle. Le nerf acoustique étant un nerf exclusivement sensitif doit avoir son noyau d'origine réelle en dehors de l'axe cérébro-spinal. Sur le trajet de chacune des branches terminales de ce nerf, on trouve, en effet, des amas de cellules nerveuses connus sous le nom de ganglions. La branche cochléaire se rend au limaçon, après avoir donné un rameau vestibulaire au saccule et à l'ampoule du canal demi-circulaire inférieur. Elle présente sur son trajet, à la base de la lame spirale, un ganglion appelé *ganglion spiral* (*ganglion spirale*) ou *ganglion de Corti.*

Le rameau vestibulaire de cette branche cochléaire présente également sur son trajet, au fond du conduit auditif interne, un petit ganglion.

Le ganglion de la branche vestibulaire du nerf acoustique est situé au fond du conduit auditif interne ; il est connu depuis longtemps sous le nom de *ganglion de Scarpa* ou *ganglion vestibulaire* (*ganglion vestibulare*).

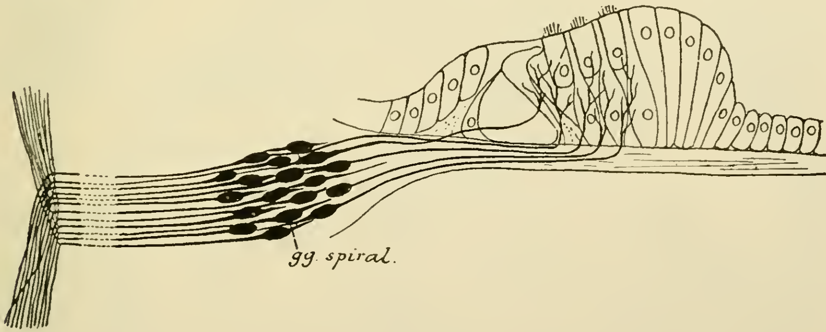


Fig. 362.
Schéma montrant l'origine et la terminaison des fibres du nerf acoustique.

Les recherches récentes de Retzius, Van Gehuchten, Cajal, v. Lenhossek, nous ont appris que tous ces ganglions sont formés de cellules nerveuses bipolaires dont le prolongement externe, de nature protoplasmatique, se termine, par des ramifications libres, entre les cellules épithéliales de l'organe de Corti pour les cellules du ganglion spiral, fig. 362, entre les cellules épithéliales des taches acoustiques pour les cellules du ganglion de Scarpa. Le prolongement interne de ces cellules bipolaires représente le prolongement cylindraxile de la cellule nerveuse ; il devient le cylindre-axe d'une fibre constitutive du nerf acoustique.

L'origine réelle des fibres du nerf acoustique se trouve donc dans ces ganglions périphériques.

Origine apparente. Le nerf acoustique apparaît à la face externe de l'axe cérébro-spinal dans la partie la plus reculée du sillon horizontal qui sépare la protubérance annulaire de la moelle allongée. Cette origine se fait par deux racines, fig. **363**. La racine externe ou racine cochléaire (*radix cochlearis*) contourne le pédoncule cérébelleux inférieur; ses fibres constitutives, arrivées dans le tubercule latéral et dans le noyau accessoire, se bifurquent toutes en une branche descendante et une branche ascendante se terminant rapidement dans la substance grise de ces noyaux.

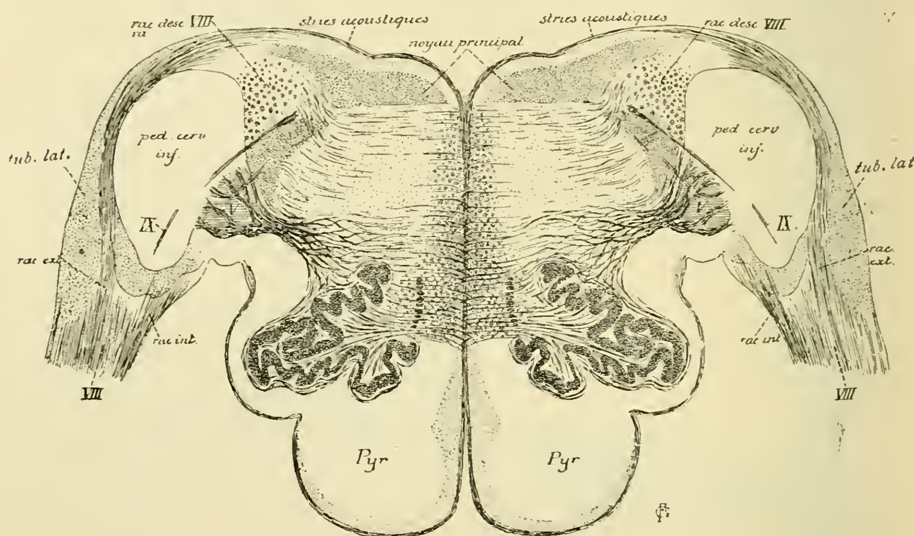


Fig. **363.**

La racine interne ou racine vestibulaire (*radix vestibularis*) pénètre dans le tronc cérébral entre le pédoncule cérébelleux inférieur et la racine descendante du nerf trijumeau, fig. **364**; ses fibres constitutives, arrivées au niveau d'une masse grise volumineuse, appelée *noyau à grosses cellules de l'acoustique* ou *noyau de Deiters*, se divisent également en une branche ascendante et une branche descendante. La branche ascendante se termine rapidement dans la substance grise voisine, le *noyau de Deiters* et le *noyau de Bechterew*. Dans les recherches que nous avons faites, avec la méthode de Golgi, sur la structure de la protubérance annulaire chez l'embryon du poulet, il nous a semblé qu'un certain nombre de ces branches ascendantes prenaient plutôt une direction horizontale pour se rendre dans le cervelet. Ces observations viennent d'être confirmées par Cajal qui a pu poursuivre ces branches horizontales, à travers le noyau de Bechterew, jusque dans le noyau du toit du cervelet. Les branches descendantes, beaucoup plus longues, se

réunissent en un faisceau compact qui constitue la *racine descendante de l'acoustique*. Ces fibres vont se terminer, par des ramifications collatérales et terminales, dans une longue colonne de substance grise située en dedans de la racine descendante et là vont se mettre en connexion avec les cellules d'origine de la voie sensitive centrale.

Trajet périphérique. A partir de son origine apparente, le nerf acoustique se dirige en dehors, passe entre le pédoncule cérébelleux moyen et le lobule du pneumo-gastrique du cervelet et pénètre dans le conduit auditif interne. Il parcourt ce conduit avec le nerf facial et le nerf intermédiaire de Wrisberg, étant placé sur le plan le plus inférieur et, arrivé au fond du conduit, il se divise en une branche cochléaire et en une branche vestibulaire, dont nous verrons le trajet ultérieur en étudiant l'oreille interne.

VII. Le nerf facial.

Le nerf facial (*n. facialis*) constitue la septième paire des nerfs craniens. C'est un nerf exclusivement moteur. Il provient de la protubérance annulaire, se dirige en avant et en dehors pour parcourir le conduit auditif interne et le canal de Fallope. Au sortir de ce canal par le trou stylo-mastoïdien,

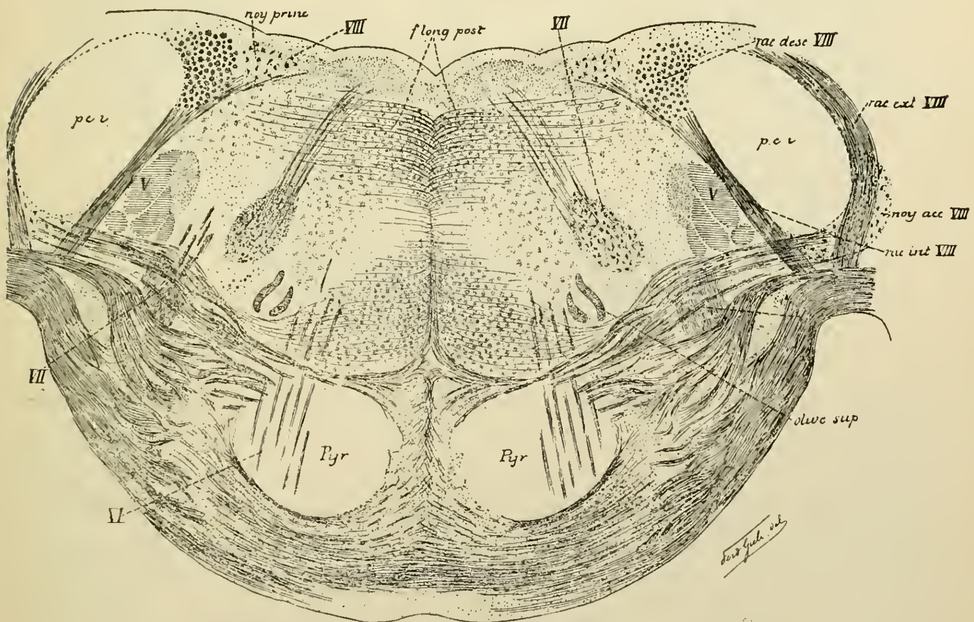


Fig. 364.
Coupe transversale du pont de Varole correspondant au plan de section 1 de la fig. 352.

il traverse d'arrière en avant toute l'épaisseur de la glande parotide et, arrivé sur la face externe du muscle masséter, il se divise en nombreuses

branches terminales qui vont innerver tous les muscles superficiels de la face et du cou.

Origine réelle. Le nerf facial ne renferme que des fibres motrices; il a donc son origine réelle dans l'épaisseur même de l'axe cérébro-spinal. Ses cellules radiculaires forment un noyau gris assez volumineux situé dans l'épaisseur de la protubérance annulaire, en arrière des fibres protubérantielles, entre l'olive supérieure qui est en dedans et la racine descendante du nerf trijumeau qui est située en dehors, FIG. **364**. Les prolongements cylindraxiles de ces cellules nerveuses se dirigent en arrière et en dedans vers le planchér du quatrième ventricule. Arrivées tout près du raphé médian, ces fibres radiculaires changent de direction, elles deviennent verticales ascendantes, FIG. **365**; ce faisceau de fibres ascendantes apparaît nettement sur un grand nombre de coupes du cerveau postérieur, FIG. **366***b*, *VII*. On l'appelle la *branche radiculaire ascendante* du facial.

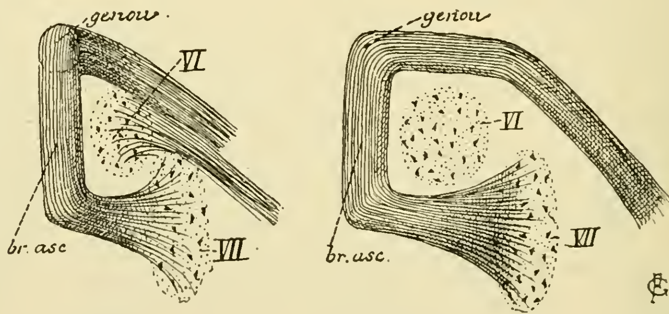


FIG. **365**.

Schéma indiquant le trajet des fibres radiculaires du nerf facial.
A gauche, ces fibres sont vues de profil.
A droite, elles sont représentées sur une vue de face.
VII : Noyau d'origine du nerf facial.
VI : Noyau d'origine du nerf oculo-moteur externe.

Après un trajet de quelques millimètres, ce faisceau se recourbe horizontalement en dehors, contournant ainsi la face postérieure du noyau d'origine du nerf de la sixième paire; dans cette partie de son trajet, le faisceau radiculaire porte le nom de *genou* du facial, FIG. **367**. Arrivé au bord externe du noyau d'origine du nerf oculo-moteur externe, le facial se recourbe une troisième fois en bas, en avant et en dehors, passe entre son noyau d'origine et la racine descendante du nerf trijumeau pour sortir de l'axe cérébro-spinal par le sillon horizontal qui sépare la protubérance du bulbe.

La branche ascendante et le genou du facial contournent le noyau

d'origine du nerf de la sixième paire. Ces trois parties réunies produisent, sur le plancher du quatrième ventricule, une saillie oblongue à grand axe vertical que nous avons appris à connaître sous le nom d'*éminence médiane.*

Nous verrons tantôt que le nerf facial innerve, par ses fibres terminales, tous les muscles superficiels de la face. Dans certains cas pathologiques

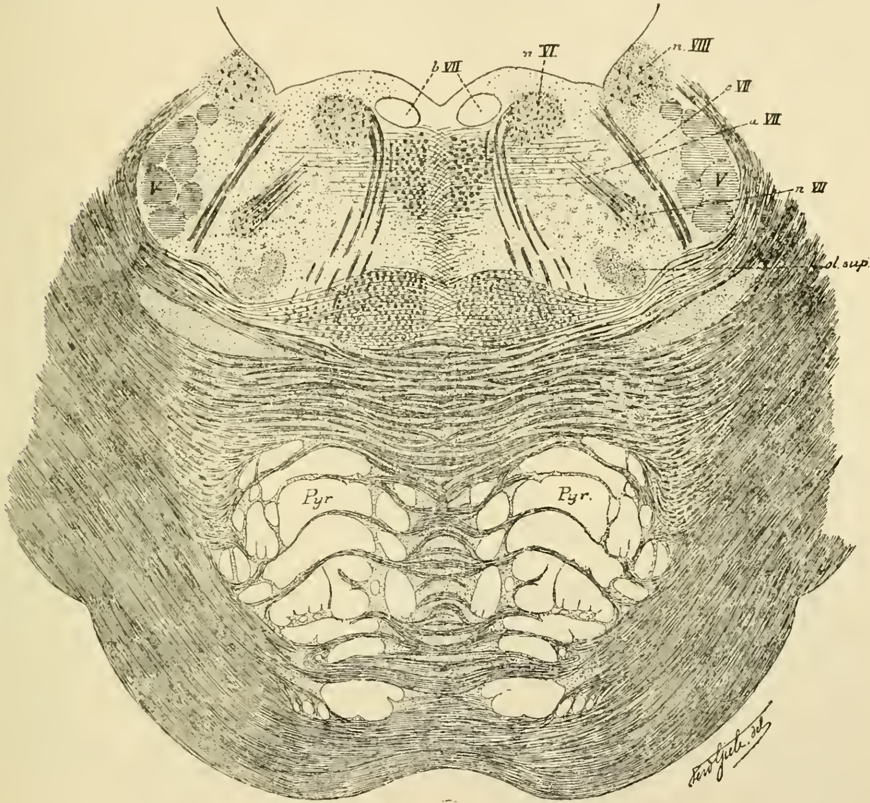


FIG. **366.**

Coupe correspondant au plan de section 2 de la FIG. **352.**

cependant, on observe la paralysie de tous les muscles de la face, à l'exception du muscle frontal, du muscle sourcilier et du muscle orbiculaire des paupières. Les fibres d'innervation de ces trois muscles constituent ce qu'on appelle le *facial supérieur*, et l'on désigne sous le nom de *facial inférieur* les fibres d'innervation de tous les autres muscles.

On admet généralement que les fibres du facial inférieur ont leurs cellules d'origine dans le noyau que nous avons décrit plus haut et que certains auteurs désignent, pour ce motif, sous le nom de *noyau inférieur.*

On n'est pas encore fixé sur le noyau d'origine des fibres du facial

supérieur. Quelques auteurs, comme Mathias Duval, Testut, etc., admettent que le faisceau radiculaire du facial, en contournant le noyau d'origine du nerf oculo-moteur externe, reçoit de ce noyau un certain nombre de fibres radiculaires. Ils considèrent ces fibres comme appartenant au facial supérieur. Aussi désignent-ils le noyau du nerf de la sixième paire sous le nom de *noyau supérieur du facial* ou noyau du *facial et de l'oculo-moteur externe*

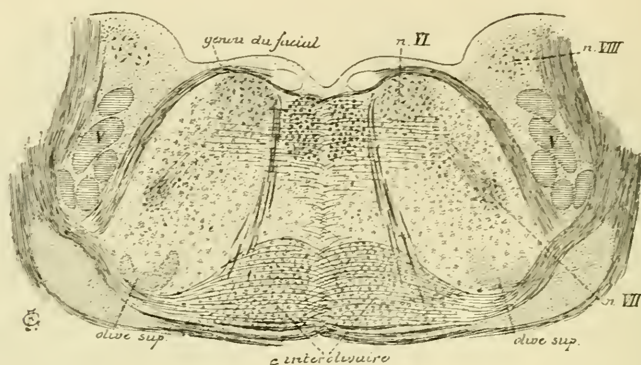


Fig. 367.
Coupe correspondant au plan de section 3 de la fig. 352.

Mendel a pratiqué sur le lapin et le cobaye la résection des deux paupières avec le muscle orbiculaire et le muscle frontal. Il a constaté l'intégrité du noyau du nerf de la sixième paire, tandis qu'il a trouvé une légère atrophie, au contraire, dans le noyau du nerf de la troisième paire. Il en a conclu que, chez le cobaye et le lapin au moins, les fibres du facial supérieur avaient leurs cellules dans le noyau d'origine du nerf oculo-moteur commun.

L'origine réelle des fibres du facial supérieur reste donc encore inconnue. Dans les recherches que nous avons faites, avec la méthode de Golgi, sur le tronc cérébral d'embryons de poulet, nous n'avons jamais observé de cellules radiculaires du nerf de la sixième paire dont le prolongement cylindraxile se rendait dans le faisceau radiculaire du facial. Cajal a formulé récemment les mêmes conclusions.

Un second point encore soumis à discussion est celui de l'existence ou de la non-existence d'une décussation partielle entre les fibres radiculaires du facial. Toutes les fibres d'un nerf facial proviennent-elles de cellules nerveuses placées dans la moitié correspondante du tronc cérébral, ou bien quelques-unes de ces fibres passent-elles la ligne médiane pour trouver leurs cellules d'origine dans la masse grise du côté opposé? Nous avons déjà

dit qu'Obersteiner accepte cette origine croisée pour tous les nerfs moteurs périphériques, nerfs spinaux aussi bien que nerfs cérébraux. Les auteurs qui ont employé la méthode de Golgi dans le but de vérifier cet entrecroisement partiel (v. Lenhossek, nous-même et Retzius) n'ont jamais pu constater une origine croisée pour les fibres motrices des nerfs spinaux. Nous avons

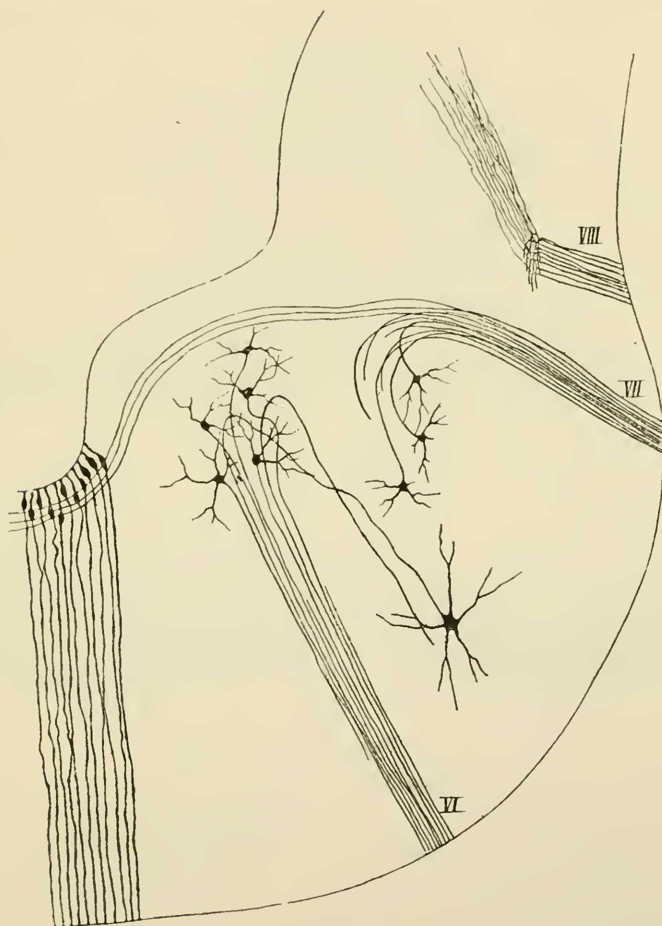


Fig. 368.

Coupe transversale du métencéphale d'un embryon de poulet de 12 jours.

VI : Origine et fibres radiculaires du nerf oculo-moteur externe.

VII : Origine et fibres radiculaires du nerf facial.

VIII : Terminaison des fibres du nerf acoustique.

vu que cette origine croisée est douteuse pour les fibres de l'hypoglosse chez le poulet, qu'elle semble faire défaut au nerf accessoire de Willis, mais qu'elle existe pour la partie motrice des nerfs pneumo-gastrique et glosso-pharyngien.

Math. Duval, dans ses recherches sur l'origine réelle des nerfs craniens, rejette absolument tout entrecroisement partiel pour les fibres radiculaires des nerfs moteurs.

Dans les recherches que nous avons faites sur l'origine des nerfs craniens chez l'embryon de poulet, nous avons constaté manifestement que

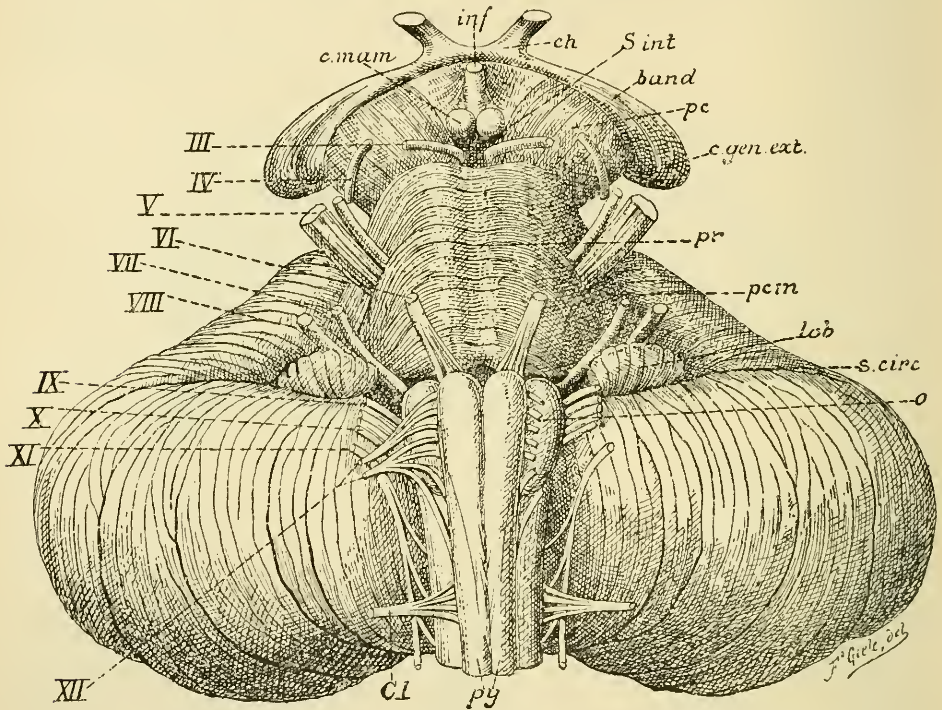


Fig. 369.

Face antérieure du tronc cérébral. Gr. nat.

c. mam. : Corps mammillaires.
inf. : Infundibulum.
ch. : Chiasma des nerfs optiques.
s. int. : Substance interpédonculaire.
band. : Bandelette optique.
pc. : Pédoncule cérébral.
c. gen. ext. : Corps genouillé externe.
pr. : Protubérance annulaire.
pcm : Pédoncule cérébelleux moyen.
lob. : Lobule du pneumo-gastrique.
s. circ. : Sillon circonférenciel.
o. : Olive.
py. : Pyramides antérieures.
C1 : Racine antérieure du premier nerf cervical.
III à *XII.* : Origine des dix dernières paires de nerfs craniens.

le faisceau radiculaire du facial d'un côté du tronc cérébral reçoit un certain nombre de fibres nerveuses qui viennent du côté opposé, fig. 368. Lugaro a confirmé cet entrecroisement partiel pour les fibres radiculaires du facial chez le lapin. Cajal a fait tout récemment la même observation pour les fibres radiculaires du facial chez la souris nouveau-née. Malheureusement la réduction que nous avons obtenue était incomplète et nous n'avons pas

pu poursuivre ces fibres jusqu'à leurs cellules d'origine. Un entrecroisement partiel des fibres radiculaires semble donc exister chez le poulet et chez les mammifères. Nous ignorons s'il en est de même chez l'homme.

Origine apparente. Le nerf facial a son origine apparente dans le sillon horizontal qui sépare la protubérance annulaire de la moelle allongée, au-dessus des fibres radiculaires du nerf glosso-pharyngien et au-devant de l'origine apparente du nerf acoustique, FIG. **369**, *VII*.

Trajet périphérique. A partir de son origine apparente, le nerf facial se dirige obliquement en avant et en dehors vers l'orifice interne du conduit auditif interne. Il parcourt ce conduit avec le nerf acoustique, étant placé dans une gouttière que présente la face supérieure de ce dernier nerf.

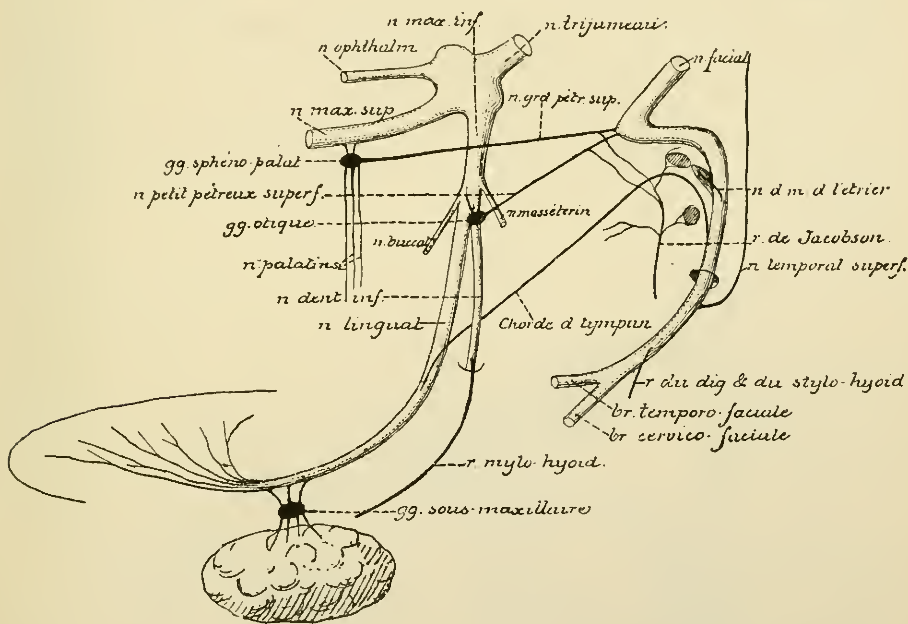


FIG. **370**.

Schéma montrant les anastomoses qui se font entre le nerf trijumeau, le nerf facial et le nerf glosso-pharygien,

Arrivé au fond du conduit auditif interne, il se sépare du nerf acoustique et pénètre dans le canal de FALLOPE qui lui est destiné. Avec ce canal, il se dirige d'abord horizontalement en avant et en dehors ; après un court trajet, il se coude brusquement en arrière, FIG. **370**, étant situé dans cette partie du canal de FALLOPE qui surplombe quelque peu la partie supérieure de la paroi interne de la caisse du tympan. Arrivé à la limite postérieure de cette caisse, il se coude une seconde fois sur lui-même et prend une

direction verticale pour sortir bientôt par l'orifice inférieur du canal de Fallope ou trou stylo-mastoïdien. A sa sortie du canal, le facial se dirige en bas et en avant vers le bord postérieur du muscle masséter en traversant d'arrière en avant l'épaisseur de la glande parotide. Pendant ce trajet, il est situé en dehors du ventre postérieur du muscle digastrique, en dehors aussi de la carotide externe et de la veine temporo-maxillaire. C'est dans l'épaisseur de la parotide qu'il se divise en deux branches terminales : une *branche temporo-faciale* et une *branche cervico-faciale.*

Branches collatérales. Pendant ce trajet assez complexe, le nerf facial fournit un grand nombre de branches collatérales.

A l'endroit où le canal de Fallope se recourbe pour la première fois horizontalement en arrière, le nerf facial présente un épaississement triangulaire connu sous le nom de *genou du facial* (*geniculum n. facialis*) et formé par un amas de cellules nerveuses constituant le *ganglion géniculé* ou *genouillé* (*ganglion geniculi*). Nous reviendrons plus tard sur la structure et sur la signification de ce ganglion. A ce niveau, le nerf facial émet deux branches collatérales : le *nerf grand pétreux superficiel* et le *nerf petit pétreux superficie'.*

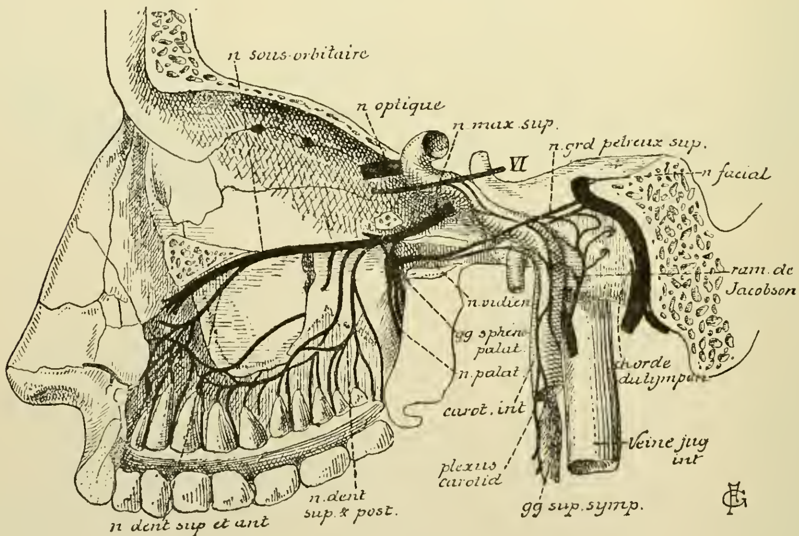


Fig. 371.
Le nerf facial et la branche moyenne ou nerf maxillaire supérieur du nerf trijumeau (d'après Hirschfeld).

1° Le *nerf grand pétreux superficiel (n. petrosus superficialis major)* parcourt d'abord l'*hiatus de Fallope* qui l'amène dans une gouttière que

présente la face antérieure du rocher. Pendant ce trajet, il s'est réuni au *nerf grand pétreux profond*, branche du rameau de Jacobson appartenant au glosso-pharyngien. Cette gouttière conduit le nerf grand pétreux superficiel jusqu'au trou déchiré antérieur. Là, il sort de la boîte cranienne et se réunit à un rameau du sympathique provenant du plexus carotidien pour former le *nerf vidien* ou *nerf du canal pterygoïdien (n. canalis pterygoidei)*. Celui-ci parcourt le canal vidien percé dans la base de l'apophyse ptérygoïde du sphénoïde et arrive ainsi dans la fosse ptérygo-palatine, où il se jette dans le ganglion sphéno-palatin du nerf maxillaire supérieur, fig. 371. On admet généralement que les fibres motrices, amenées du facial au ganglion sphéno-palatin par le nerf grand pétreux superficiel, se rendent par les nerfs palatins dans les muscles péristaphylin interne et palato-staphylin du voile du palais. Nous avons vu cependant que, d'après les recherches expérimentales de Rethi, ces muscles seraient innervés par des fibres du nerf pneumogastrique.

2° Le *nerf petit pétreux superficiel* (*n. petrosus superficialis minor*) provient également du facial au niveau du ganglion géniculé, il s'anastomose avec le *nerf petit pétreux profond*, branche du rameau de Jacobson, traverse un petit canal creusé dans la paroi antérieure du rocher et arrive ainsi dans la boite cranienne. Il se di ige en avant, parallèlement au nerf grand pétreux superficiel, et sort du crâne par un petit orifice situé en dedans du trou ovale. Arrivé ainsi à la face externe de la base du crâne, il se jette dans le ganglion optique qui dépend du nerf maxillaire inférieur, branche inférieure du trijumeau. Ce nerf amène au ganglion optique des fibres motrices du facial et des fibres sensitives du glosso-pharyngien dont on ignore la destinée.

3° Le *nerf du muscle de l'étrier* (*n. stapedius*). Il provient du facial pendant son trajet dans la partie verticale descendante du canal de Fallope, pénètre en avant dans la saillie osseuse appelée *pyramide* et s'y termine dans le muscle de l'étrier.

4° La *corde du tympan* provient du facial un peu au-dessus du trou stylo-mastoïdien. Ce nerf se dirige directement en haut et en avant, de façon à former avec le facial un angle aigu ouvert en haut, et parcourt un petit canal osseux qui vient s'ouvrir dans la caisse du tympan près du bord postérieur et inférieur de la membrane du tympan. Dans la caisse du tympan, ce nerf décrit une courbe à convexité supérieure et à direction antéro-postérieure. Pendant ce trajet, il passe entre le manche du marteau et la grande apophyse de l'enclume, fig. 372, et sort de la caisse par un petit canal situé à l'extrémité interne de la fente de Glaser ou fissure

pétro-tympanique. Arrivée ainsi à la base du crâne, la corde du tympan se dirige en bas et en avant pour s'unir au nerf lingual. Unie au nerf lingual, la corde du tympan fournit des branches au ganglion sous-maxillaire, puis se termine avec les fibres du nerf lingual dans la muqueuse qui recouvre les deux tiers antérieurs du dos de la langue.

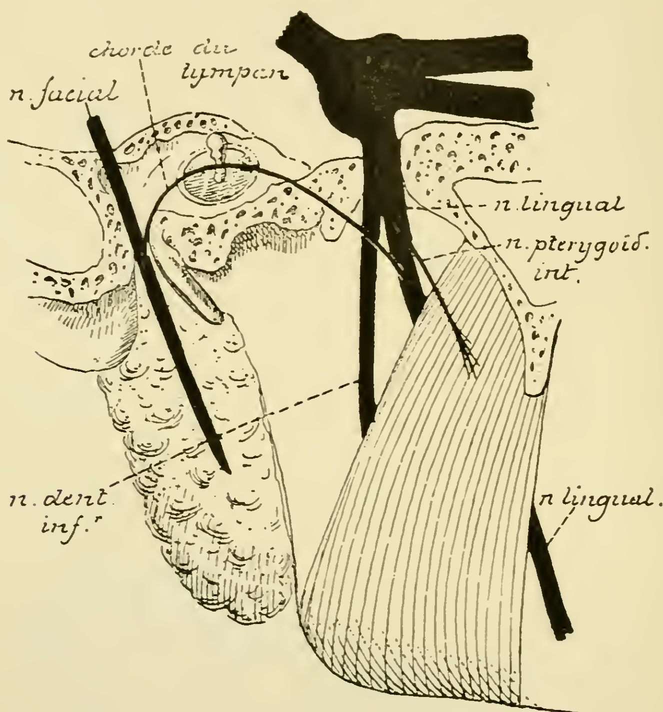


Fig. **372.**
La corde du tympan.

On admet généralement que la corde du tympan renferme :

1° des *fibres sécrétoires* destinées à la glande sous-maxillaire et à la glande sublinguale, provenant directement du nerf facial lui-même et allant constituer la racine motrice du ganglion sous-maxillaire ;

2° des *fibres gustatives* dont l'origine est très contestée.

Ce qui est certain, c'est qu'après la section de la corde du tympan dans l'oreille moyenne les impressions gustatives ne sont plus perçues dans les deux tiers antérieurs du dos de la langue. La corde du tympan renferme donc des fibres gustatives.

D'après quelques auteurs, ces fibres gustatives proviennent du nerf trijumeau par la branche maxillaire supérieure. Nous avons vu, en effet, que le facial est uni au trijumeau par le nerf grand pétreux superficiel

qui se rend du ganglion géniculé au ganglion sphéno-palatin. Cette branche anastomotique renferme des fibres motrices provenant du facial. Elle renfermerait aussi des fibres sensitives provenant du trijumeau; celles-ci s'accoleraient au facial jusque près du trou stylo-mastoïdien, puis quitteraient le facial pour parcourir la corde du tympan et se terminer dans la muqueuse de la langue, FIG. **373**. Cette hypothèse est généralement abandonnée aujourd'hui, des recherches expérimentales faites sur le chien ayant prouvé que l'extirpation du ganglion sphéno-palatin n'amène pas la perte de la sensibilité gustative dans la muqueuse de la partie antérieure de la langue.

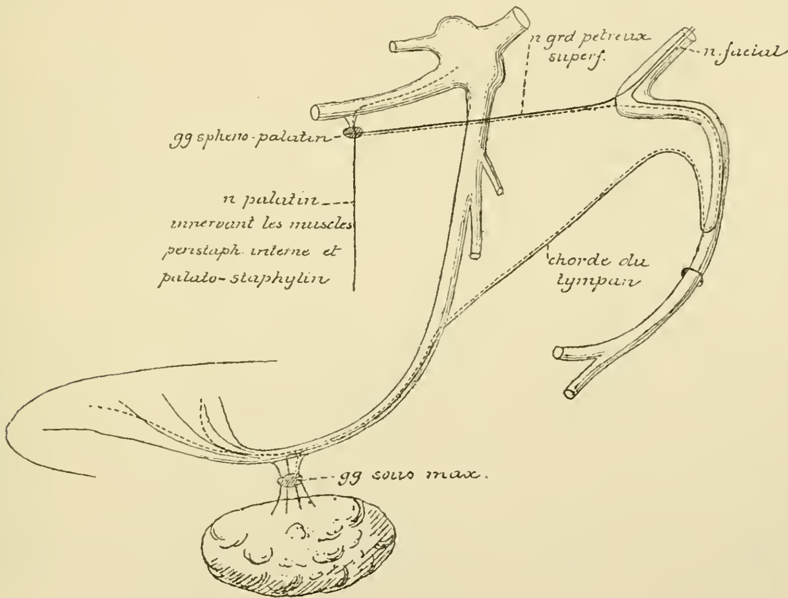


FIG. **373**.

Schéma indiquant le chemin que suivraient les fibres gustatives pour aller du trijumeau dans la corde du tympan.

La ligne pointillée indique le trajet des fibres gustatives venant du trijumeau et les lignes pleines montrent le trajet des fibres motrices venues du facial.

D'autres auteurs admettent que les fibres gustatives de la corde du tympan lui viennent du nerf glosso-pharyngien. Pour arriver dans la corde du tympan, ces fibres suivraient le nerf petit pétreux profond qui s'unit au nerf petit pétreux superficiel; par là, les fibres gustatives arriveraient au ganglion géniculé du facial. Ces fibres du glosso-pharyngien quitteraient le facial au niveau de l'origine de la corde du tympan.

L'opinion la plus probable, c'est que les fibres gustatives de la corde

du tympan proviennent directement du tronc cérébral lui-même par le nerf intermédiaire de Wrisberg, dont nous parlerons plus loin.

5° Un *rameau anastomotique* avec le nerf auriculaire du vague.

Après sa sortie du canal de Fallope, le nerf facial fournit les branches collatérales suivantes :

1° Le *rameau auriculaire postérieur* ou *profond* (*r. auricularis posterior*). Il se sépare du facial au niveau du trou stylo-mastoïdien et se dirige en arrière entre l'apophyse mastoïde et le conduit auditif externe. Ce nerf arrive sur la face externe de l'apophyse mastoïde, s'anastomose avec le nerf auriculaire principal du plexus cervical et se divise en deux branches terminales qui se rendent dans le muscle auriculaire supérieur, le muscle auriculaire postérieur et le muscle occipital.

2° Un *rameau anastomotique* avec le nerf glosso-pharyngien.

3° Le *rameau du stylo-hyoïdien et du digastrique* destiné à innerver le muscle stylo-hyoidien et le ventre postérieur du muscle digastrique.

4° Le *rameau du stylo-glosse*. Il croise le muscle stylo-pharyngien, s'anastomose avec le nerf glosso-pharyngien et se termine dans le muscle stylo-glosse.

Branches terminales. Dans l'épaisseur de la glande parotidienne, le nerf facial se divise en une branche supérieure appelée *temporo-faciale* et une branche inférieure ou *cervico-faciale*. Arrivées sur la face externe du muscle masséter, ces deux branches s'anastomosent fréquemment entre elles et forment un plexus d'où partent en divergeant toutes les branches terminales pour se rendre dans les muscles superficiels de la face, depuis le muscle frontal jusque dans la partie supérieure du muscle peaucier du cou, FIG. 374.

La *branche temporo-faciale* est la plus volumineuse. Elle se dirige en haut et en avant vers le col du condyle du maxillaire inférieur. Là, elle reçoit plusieurs filets anastomotiques du nerf auriculo-temporal et se divise en plusieurs rameaux qui se divisent et se subdivisent à leur tour et se rendent dans tous les muscles de la face, depuis le front jusqu'à la lèvre supérieure.

On divise ces filets terminaux d'après les régions auxquelles ils se rendent en :

1° *rameaux temporaux* (*rami temporales*) et *frontaux*, innervant le muscle auriculaire antérieur, le muscle frontal et le muscle sourcilier ;

2° *rameaux orbitaires* ou *palpébraux* destinés au muscle orbiculaire des paupières ;

3° *rameaux sous-orbitaires* ou *nasaux* (*rami zygomatici*) donnant des fibres motrices au muscle zygomatique, à l'élévateur de la commissure, au muscle carré de la lèvre supérieure et au muscle transverse du nez; enfin

4e *rameaux buccaux supérieurs* (*rami buccales*) se terminant dans le muscle buccinateur et la partie supérieure du muscle orbiculaire des lèvres.

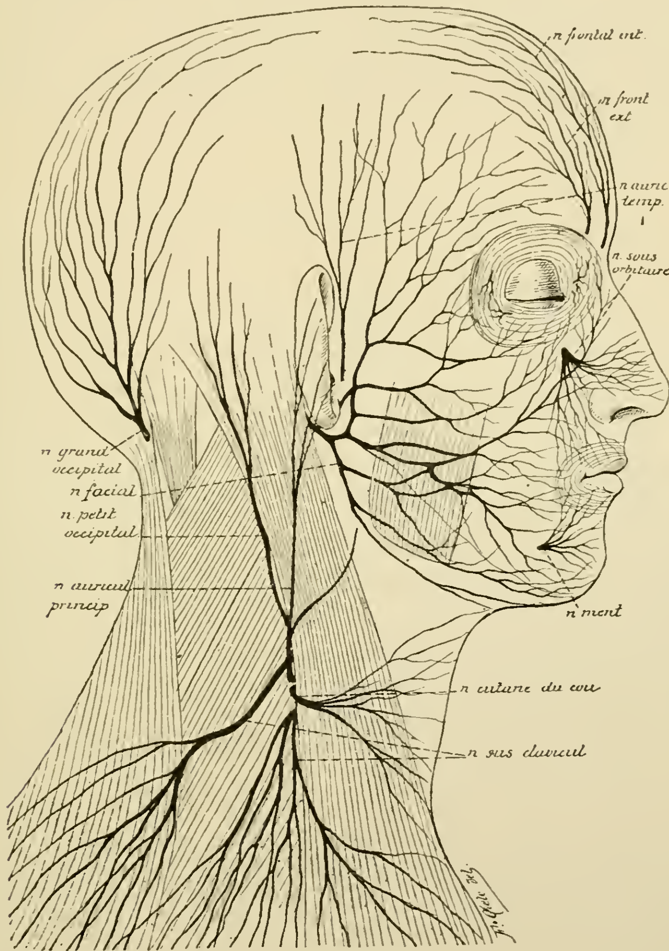


Fig. **374.**
Branches terminales du nerf facial. Gr. nat, 1/2.

La *branche cervico-faciale* descend, dans l'épaisseur de la parotide, vers l'angle du maxillaire inférieur où elle se divise en branches terminales :

a) les *rameaux buccaux inférieurs (rami buccales)* destinés au muscle buccinateur et à la moitié inférieure du muscle orbiculaire des lèvres;

b) le *rameau mentonnier (ramus marginalis mandibulae)* longeant le

bord inférieur du maxillaire pour se terminer dans les muscles de la lèvre inférieure et du menton ;

c) le *rameau du cou (ramus colli)* qui descend dans la région sus-hyoïdienne, s'anastomose avec les branches terminales du nerf cutané du cou et innerve par ses filets terminaux le muscle peaucier.

Toutes ces branches terminales du nerf facial s'anastomosent fréquemment avec les branches terminales voisines du nerf trijumeau, de telle sorte qu'un grand nombre des filets du facial deviennent, dans leur trajet périphérique, des nerfs mixtes donnant des fibres aux muscles et des fibres à la peau.

Littérature.

Retzius : *Die Endigungsweise des Gehörnerven.* Biolog. Unters., Neue Folge, 1892. — Van Gehuchten : *Contribution à l'étude des ganglions cérébro-spinaux.* La Cellule, t. VII, 1892. — Cajal : *Nuevo concepto de la Histologia de los Centros nerviosos.* Barcelone, 1893. — v. Lenhossek : *Die Nervenendigungen in den Maculae und Cristae acusticae.* Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane, Wiesbaden, 1894. — Van Gehuchten : *Le système nerveux de l'homme.* 1re édition, Lierre, 1893. — Cajal : *Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos. X. Origen del nervio vestibular.* Madrid, 1895. — Mathias Duval : *Recherches sur l'origine réelle des nerfs craniens.* Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1878 à 1880. — Testut : *Traité d'anatomie humaine.* Deuxième édition — Cajal : Loc. cit. XVI. *Nucleo del facial.* Madrid, 1895. — Lugaro : *Ueber den Ursprung einiger Hirnnerven.* Moleschott 's Untersuchungen, Bd. XV.

VINGT-CINQUIÈME LEÇON

La structure interne du métencéphale. (*Suite*).

Le nerf intermédiaire ou nerf de Wrisberg. — Le nerf oculo-moteur externe. — Le nerf trijumeau.

Le nerf intermédiaire ou nerf de Wrisberg.

Entre l'origine apparente du nerf acoustique et celle du nerf facial, on trouve, dans le sillon horizontal qui sépare le métencéphale du myélencéphale, un mince filet nerveux que l'on considère généralement comme une seconde racine du nerf facial. Ce filet nerveux a été décrit par Wrisberg sous le nom de *nerf intermédiaire (n. intermedius)*. On lui donne communément le nom de *nerf intermédiaire de Wrisberg*. A partir de son origine apparente, il se dirige en avant et en dehors, étant situé entre le nerf acoustique qui est en dessous et le nerf facial qui se trouve au-dessus; il parcourt avec ces deux nerfs le conduit auditif interne, envoie quelques filets anastomotiques au nerf acoustique pour se jeter finalement dans le nerf facial.

On a beaucoup discuté sur la valeur de ce nerf intermédiaire et sur son noyau d'origine que l'on cherchait toujours dans le tronc cérébral. En 1878, Mathias Duval décrit, comme noyau d'origine du nerf intermédiaire, l'extrémité supérieure de la masse grise connue sous le nom de trigone du nerf glosso-pharyngien et du nerf vague. S'appuyant sur ce fait, Testut considère ce nerf comme un *rameau erratique* du glosso-pharyngien. Les idées que nous avons acquises depuis sur l'origine réelle des nerfs sensitifs nous permettent de rejeter cette interprétation. Le trigone du glosso-pharyngien et du vague n'est pas un noyau qui donne origine à des fibres périphériques, mais un noyau terminal dans lequel viennent aboutir les fibres sensitives de la dixième et de la neuvième paire des nerfs craniens. Les noyaux d'origine de ces fibres sensitives se trouvent en dehors de l'axe cérébro-spinal.

En 1883, Sapolini a fait du nerf intermédiaire de Wrisberg une étude macroscopique très détaillée. Il a pu poursuivre ce nerf, du côté central, dans le tronc cérébral où il présente une racine descendante qui s'étend, d'après Sapolini, jusque dans le voisinage du cordon de Goll ; du côté péri-

phérique, il a poursuivi le nerf intermédiaire dans le ganglion géniculé du facial, au-delà duquel il se continue avec un faisceau de fibres nerveuses, qui s'accole tout simplement au nerf facial pour s'en détacher près du trou stylo-mastoïdien et passer tout entier dans la corde du tympan. D'après Sapolini, le nerf intermédiaire de Wrisberg, le ganglion géniculé et la corde du tympan ne constitueraient que les trois parties d'un même nerf, auquel il donne le nom de *treizième nerf cérébral*, fig. 375.

Ce qui donne à ces recherches de Sapolini un appui considérable, c'est que His (1887) et Martin (1890) ont trouvé, dans le ganglion géniculé du facial, chez des embryons humains et des embryons de chats, des cellules bipolaires identiques aux cellules bipolaires qui constituent, chez l'embryon, tous les ganglions cérébro-spinaux et que Retzius (1880) a décrit, dans le même ganglion du chien, du chat et de l'homme adultes, des cellules unipolaires identiques aux cellules des ganglions cérébro-spinaux des mammifères adultes.

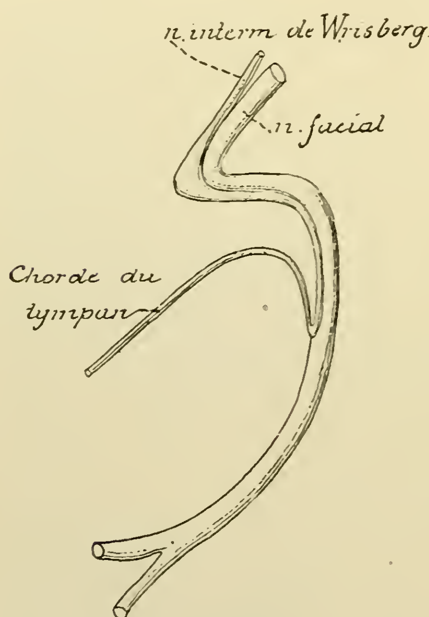


Fig. 375.

Plus récemment encore v. Lenhossek a décrit et figuré les cellules constitutives du ganglion géniculé du facial chez des souris nouveau-nées, en se basant sur les résultats fournis par la méthode de Golgi. Ce sont des cellules unipolaires, identiques aux cellules des ganglions spinaux, dont le prolongement unique, après un trajet d'une longueur variable, se bifurque en une branche périphérique et une branche centrale. Toutes les branches centrales réunies constituent le nerf intermédiaire, tandis que les branches périphériques se joignent aux fibres du nerf facial. v. Lenhossek n'a pu les poursuivre assez loin pour pouvoir établir leur terminaison. Il admet, comme l'opinion la plus probable, que ces branches périphériques deviennent les fibres constitutives de la corde du tympan, opinion en faveur de laquelle plaident les recherches physiologiques de Duval, Vulpian, Ed. Schultze, etc., de même que les recherches anatomiques de Sapolini et de Penzo. Il laisse cependant la porte ouverte aux deux possi-

bilités suivantes : une partie de ces fibres pourraient rester dans le facial jusque dans ses ramifications périphériques, puisque le nerf facial est sensible à sa sortie du trou stylo-mastoïdien ; ou bien quelques-unes de ces fibres pourraient, au niveau de l'entrecroisement du facial avec le rameau auriculaire du vague, se rendre dans ce dernier nerf.

Le ganglion géniculé doit donc être considéré comme un ganglion cérébro-spinal. S'il en est ainsi, il ne peut appartenir au nerf facial, puisque le nerf facial, tel qu'on le considère actuellement, est un nerf exclusivement moteur. On ne trouve, en effet, de ganglion périphérique que sur le trajet des nerfs sensibles et par conséquent le ganglion géniculé ne peut appartenir qu'à un nerf sensible.

Dans ces conditions, il ne reste plus que deux alternatives : ou bien, nous devons considérer le nerf intermédiaire de Wrisberg comme un nerf distinct, un treizième nerf cérébral, comme le propose Sapolini. Ce serait alors un nerf exclusivement sensitif ayant son noyau d'origine réelle dans le ganglion géniculé. Ou bien, nous pouvons considérer le nerf de Wrisberg comme la partie sensitive du nerf facial. Dans cette hypothèse, le nerf de la septième paire serait un nerf mixte comme le trijumeau, le glosso-pharyngien, le pneumo-gastrique et comme tous les nerfs spinaux. La partie sensitive du nerf facial aurait naturellement son noyau d'origine réelle dans le ganglion géniculé.

Dans l'une et l'autre de ces hypothèses, les fibres qui dépendent du ganglion géniculé doivent, à leur entrée dans le tronc cérébral, se comporter comme les fibres d'un nerf sensitif, c'est-à-dire qu'elles doivent se bifurquer en branches ascendantes et en branches descendantes. Nous avons vu que les branches ascendantes des nerfs sensitifs craniens sont généralement très courtes et se terminent dans la substance grise voisine (témoin la partie sensitive du nerf glosso-pharyngien et du nerf vague). Les branches descendantes, au contraire, sont beaucoup plus longues. Elles constituent, pour la dixième et la neuvième paire, le faisceau solitaire ou la racine descendante de ces deux nerfs. Or, d'après les observations de Sapolini, le nerf de Wrisberg aurait une racine descendante.

Quoiqu'il en soit de cette terminaison centrale des fibres du nerf intermédiaire, une chose nous paraît certaine, c'est que les prolongements externes des cellules du ganglion géniculé s'accolent au nerf facial pour passer dans la corde du tympan. Celle-ci renferme donc des fibres sensitives qui vont se terminer dans les deux tiers antérieurs du dos de la langue.

Les fibres gustatives, qui existent en réalité dans la corde du tym-

pan, ne doivent donc pas être des fibres d'emprunt soit du nerf trijumeau, soit du nerf glosso-pharyngien; elles peuvent être les fibres constitutives du nerf de Wrisberg. Ce qui semble faire admettre l'existence, dans la corde du tympan, de fibres motrices originaires du facial, c'est l'action que cette corde exerce sur les glandes sous-maxillaire et sublinguale.

VI. Nerf oculo-moteur externe (*n. abducens*).

C'est la sixième paire des nerfs craniens. Ce nerf provient du tronc cérébral, parcourt d'arrière en avant la paroi externe du sinus caverneux,

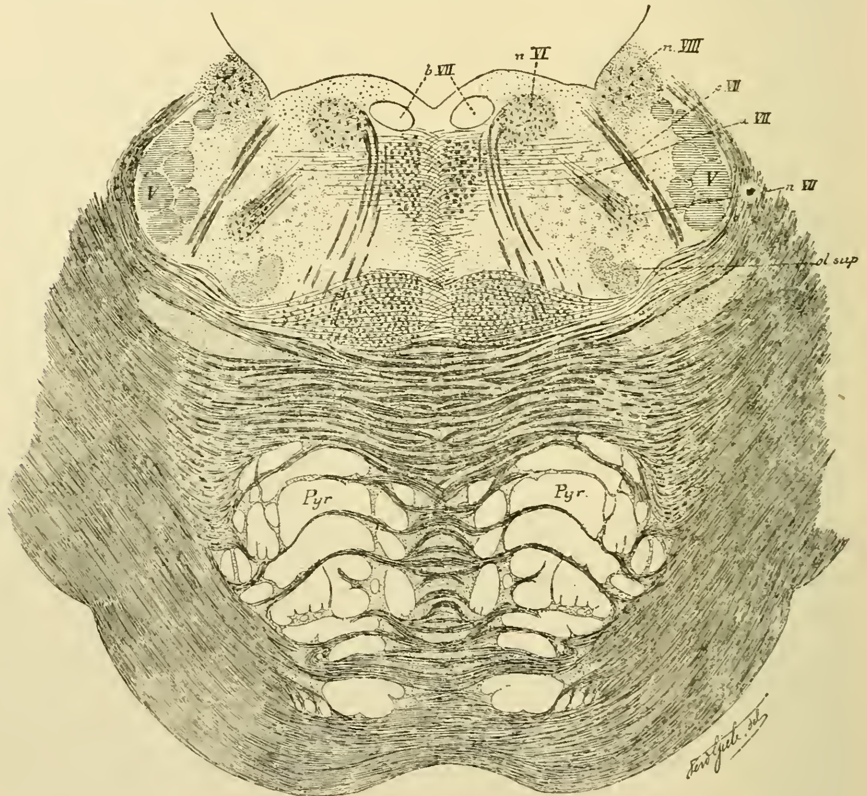


Fig. 376.
Coupe correspondant au plan de section 2 de la fig. 352.

entre dans la cavité orbitaire par la fente sphénoïdale et va innerver le muscle droit externe du globe oculaire.

Origine réelle. Le nerf de la sixième paire ne renferme que des fibres motrices. Celles-ci proviennent des cellules nerveuses radiculaires qui constituent un noyau gris situé profondément dans la protubérance

annulaire, un peu en dessous du plancher du quatrième ventricule, au niveau des éminences rondes, dans la concavité de l'anse nerveuse formée par les fibres radiculaires du nerf facial, FIG. 376. Les prolongements cylindraxiles de ces cellules nerveuses se dirigent en bas et en avant, traversent toute

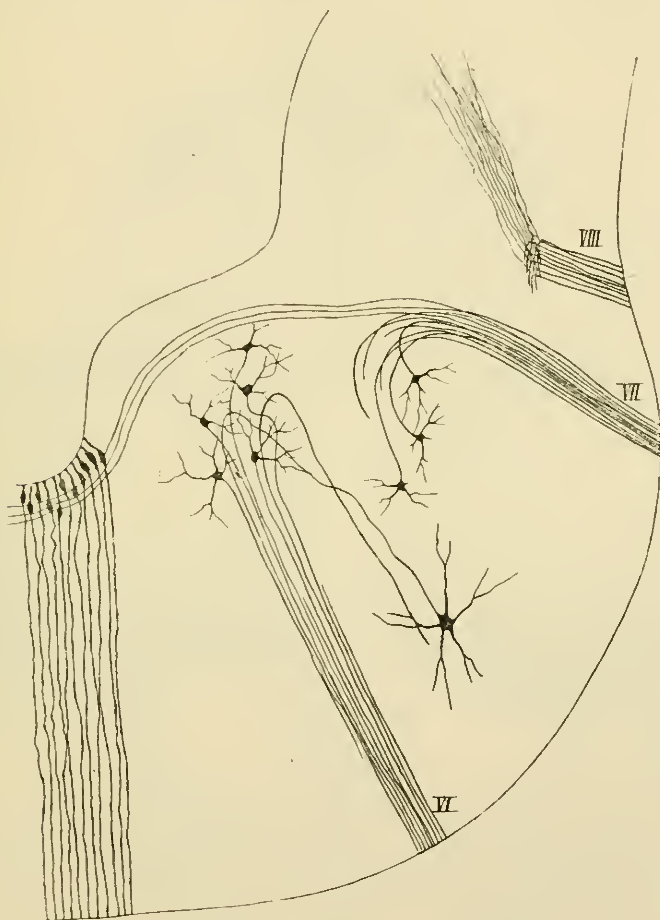


FIG. **377**.
Coupe transversale du métencéphale d'un embryon de poulet de 12 jours.
VI : Origine et fibres radiculaires du nerf oculo-moteur externe.
VII : Origine et fibres radiculaires du nerf facial.
VIII : Terminaison des fibres du nerf acoustique.

l'épaisseur du tronc cérébral et sortent de ce tronc par le sillon horizontal qui sépare la protubérance annulaire de la moelle allongée.

Un entrecroisement partiel des fibres radiculaires du nerf de la sixième paire n'a pas encore été constaté.

Chez l'embryon de poulet, toutes les fibres radiculaires ne proviennent

pas d'un noyau unique; un grand nombre de ces fibres ont leurs cellules d'origine dans une masse grise placée dans le voisinage du nerf facial, FIG. 377 (VAN GEHUCHTEN, LUGARO). Nous ignorons s'il en est de même chez l'homme.

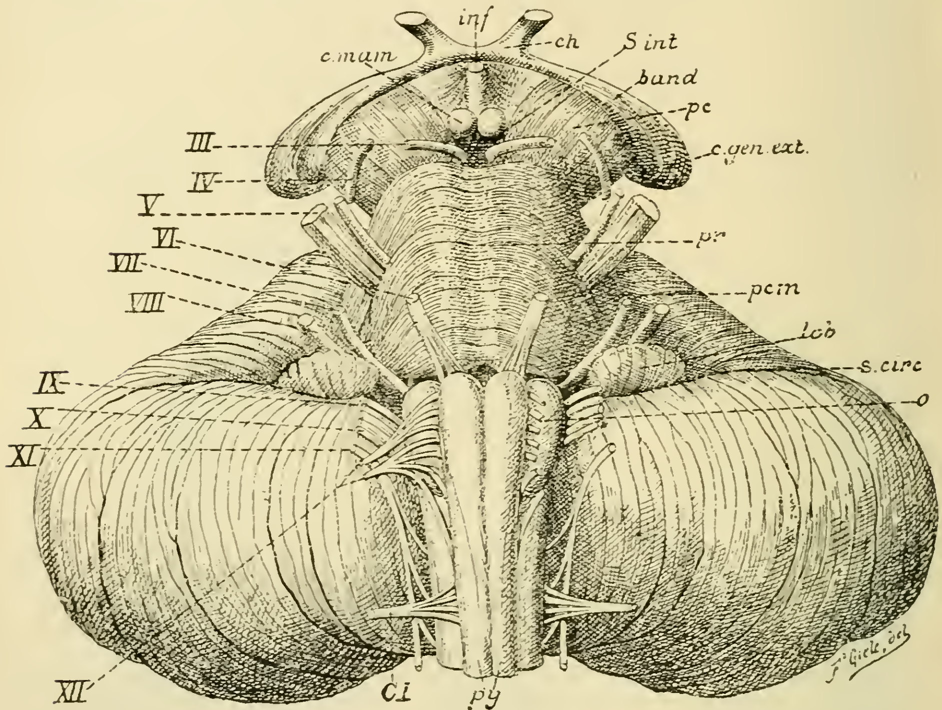


FIG. 378.

Face antérieure du tronc cérébral. Gr. nat.

c. mam. : Corps mammillaires.
inf. : Infundibulum.
ch. : Chiasma des nerfs optiques.
s. int. : Substance interpédonculaire.
band. : Bandelette optique.
pc. : Pédoncule cérébral.
c. gen. ext. : Corps genouillé externe.
pr. : Protubérance annulaire.
pcm : Pédoncule cérébelleux moyen.
lob. : Lobule du pneumo-gastrique.
s. circ. : Sillon circonférenciel.
o. : Olive.
py. : Pyramides antérieures.
Cl : Racine antérieure du premier nerf cervical.
III à *XII.* : Origine des dix dernières paires de nerfs craniens.

Sur des coupes transversales du pont de VAROLE provenant d'embryons humains âgés de 7 à 9 mois, on voit un faisceau de fibres nerveuses relier l'olive supérieure au noyau d'origine du nerf de la sixième paire, il constitue le *pied de l'olive supérieure*. EDINGER croit que ces fibres nerveuses servent à établir une connexion anatomique entre les fibres du corps trapézoïde et le nerf oculo-moteur externe. KÖLLIKER émet l'hypothèse qu'il s'agit peut-être là d'une voie sensitive reliant le nerf optique aux noyaux d'origine des nerfs moteurs oculaires. Aucun de ces auteurs n'a pu établir où les fibres constitutives de ce pied ont leur origine et leur terminaison. Les faits

que nous avons observés chez l'embryon du poulet et que Lugaro a confirmés nous font incliner à admettre que l'olive supérieure serait peut-être formée, au moins en partie, de cellules radiculaires appartenant au nerf oculo-moteur externe.

Origine apparente. Le nerf oculo-moteur externe sort de l'axe cérébro-spinal dans le sillon horizontal qui sépare la protubérance annulaire

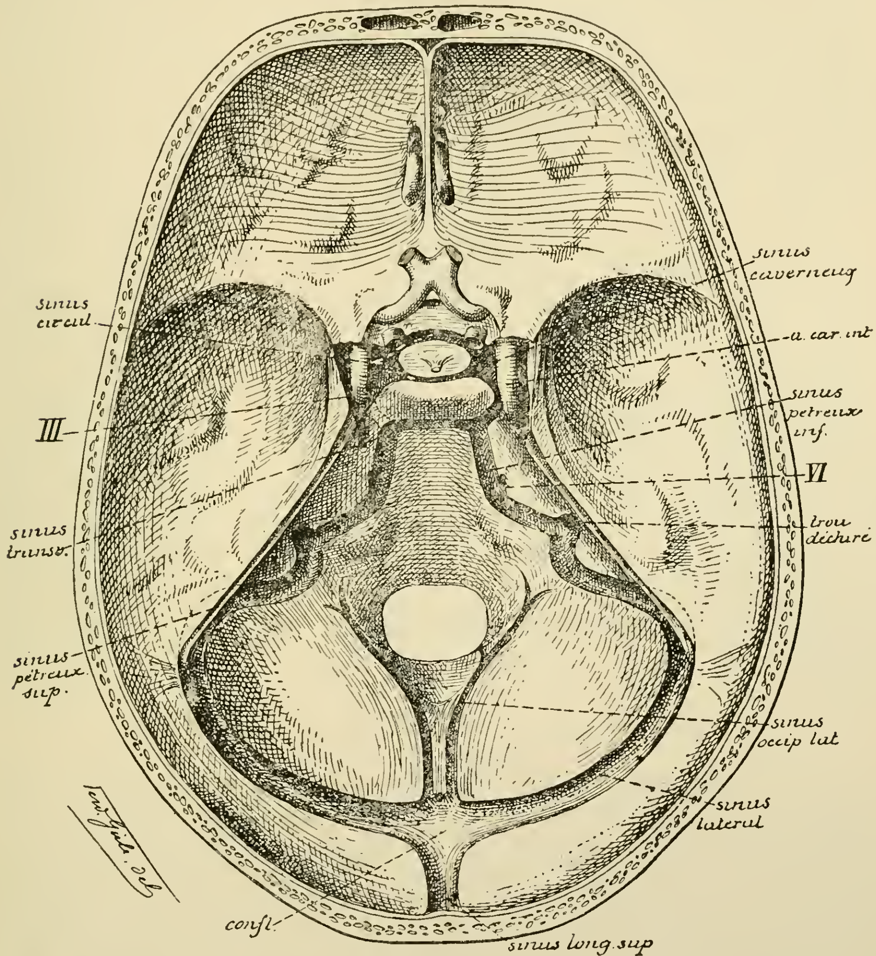


Fig. 379.

du bulbe, immédiatement au-dessus de la pyramide antérieure, fig. 378. Cette origine se fait par un grand nombre de petits filets radiculaires qui se réunissent bientôt en un tronc unique.

Trajet périphérique. A partir de son origine apparente, le nerf oculo-moteur externe se dirige en haut et en avant, entre la protubérance annulaire et la gouttière basilaire.

Il traverse la dure-mère, sur le côté de la partie antérieure de la gouttière basilaire, FIG. 379, *VI*, parcourt le sinus caverneux étant situé sur la face externe de la carotide interne, entre dans la cavité orbitaire par la partie moyenne de la fente sphénoïdale, traverse l'anneau aponévrotique du muscle droit externe pour se terminer dans la face profonde de ce muscle, FIG. 380.

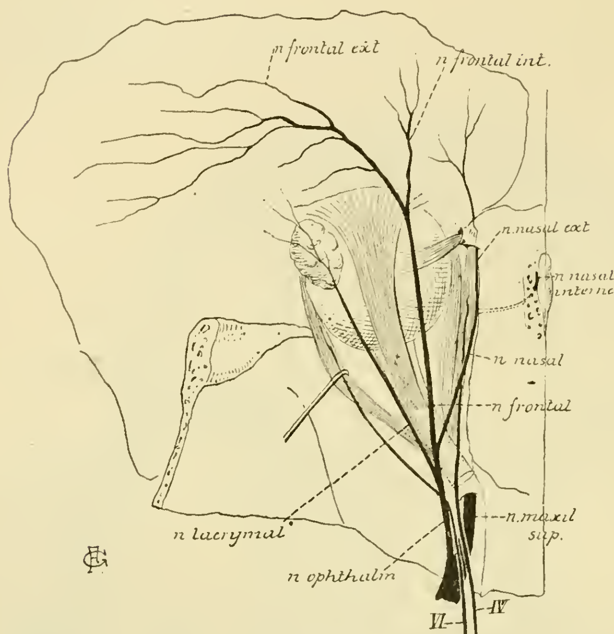


FIG. 380.

Pendant son passage à travers le sinus caverneux, le nerf oculo-moteur externe s'anastomose avec le plexus carotidien interne du sympathique et avec la branche ophthalmique du nerf trijumeau.

V. Le nerf trijumeau.

Le nerf trijumeau (*n. trigeminus*) forme la cinquième paire des nerfs craniens. Il provient de la face latérale de la protubérance annulaire, passe au-dessus de l'extrémité interne de la portion pierreuse du temporal et présente, sur la face supérieure de la grande aile du sphénoïde, un ganglion volumineux appelé *ganglion de Gasser* ou *ganglion semilunaire* (*ganglion seminulare*), d'où partent les trois branches terminales auxquelles ce nerf doit son nom. Ces branches vont porter la sensibilité à la peau de la face, à la muqueuse de la cavité buccale et des fosses nasales et à la peau d'une partie de la tête. Elles donnent aussi la motilité aux différents muscles de la mastication.

Origine réelle. Le nerf trijumeau est un nerf mixte; il a donc deux noyaux d'origine : un noyau central pour sa partie motrice et un noyau périphérique pour sa partie sensitive.

Les fibres motrices du nerf trijumeau proviennent de cellules nerveuses situées dans l'axe nerveux où elles forment deux masses grises nettement distinctes : une masse volumineuse située dans la protubérance annulaire : le *noyau principal* ou *noyau masticateur* et une longue et mince trainée de substance grise qui s'étend depuis la partie supérieure de la protubérance annulaire jusque près de l'extrémité supérieure des tubercules quadrijumeaux : le *noyau accessoire.*

Le *noyau principal* est situé profondément dans la protubérance annulaire. Il est formé de cellules nerveuses volumineuses dont les prolongements cylindraxiles deviennent les cylindres-axes des fibres motrices périphériques. Quelques auteurs acceptent, pour ces fibres radiculaires

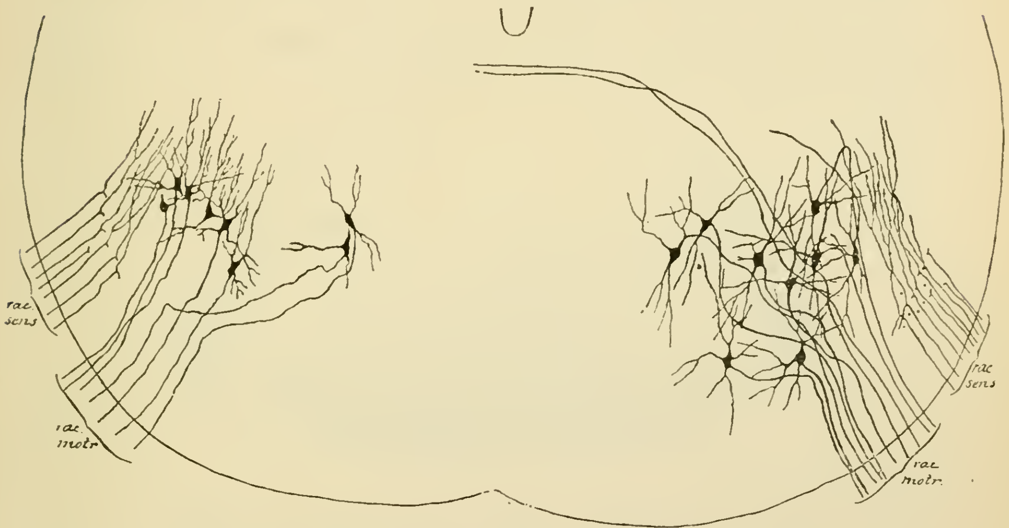


Fig. **381**.

Les cellules radiculaires du noyau principal du trijumeau chez l'embryon du poulet.

motrices, un entrecroisement partiel, en ce sens qne le plus grand nombre de ces fibres proviendraient du noyau moteur du même côté, tandis qu'un petit faisceau de fibres nerveuses proviendrait du noyau du côté opposé. Cet entrecroisement n'est cependant pas accepté généralement. Dans les recherches que nous avons faites chez l'embryon de poulet, nous avons obtenu réduites quelques fibres radiculaires, fig. **381**, qui n'avaient pas leurs cellules d'origine dans le noyau moteur du même côté, mais qu'on pouvait poursuivre jusqu'au delà du raphé. Nous pensons qu'il s'agit de fibres radiculaires provenant du noyau du côté opposé. Si ce fait se vérifie, il existerait, au moins chez le poulet, un entrecroisement partiel entre les fibres radiculaires motrices du nerf de la cinquième paire. Cet

entrecroisement partiel semble exister aussi chez l'homme. Sur des coupes qui passent par le noyau d'origine du nerf trijumeau, on voit un faisceau de fibres nerveuses côtoyer le noyau d'origine moteur, traverser toute la largeur de la coupe un peu en dessous du plancher du quatrième ventricule et s'entrecroiser dans le raphé avec un faisceau semblable venant du côté opposé, FIG. 382.

KÖLLIKER accepte cet entrecroisement partiel au moins pour les fibres radiculaires du trijumeau chez le lapin. CAJAL prétend n'avoir jamais rencontré de fibres radiculaires croisées dans le tronc nerveux des mammifères qu'il a étudiés. L'existence d'un entrecroisement partiel des fibres radiculaires motrices de nerf trijumeau n'est donc pas absolument prouvée.

Le *noyau accessoire* de la partie motrice du nerf trijumeau est formé par une longue trainée de substance grise, qui commence près du bord supérieur du mésencéphale, et traverse de haut en bas le cerveau moyen

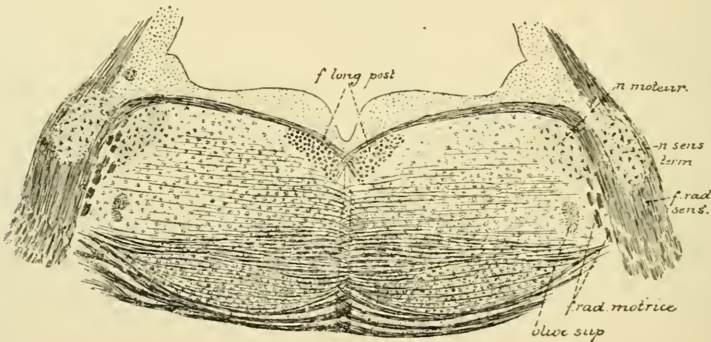


FIG. 382.
Coupe correspondant au plan de section 4 de la FIG. 352.

étant située sur la face latérale de l'aqueduc de SYLVIUS. Les cellules constitutives de cette colonne grise envoient leurs prolongements cylindraxiles en bas. Tous ces prolongements réunis forment un petit faisceau de fibres nerveuses augmentant de volume de haut en bas et connu sous le nom de *racine motrice*, *racine cérébrale*, *racine supérieure* ou *racine mésencéphalique* du nerf trijumeau. Arrivées dans le voisinage du noyau masticateur, les fibres constitutives de cette racine se recourbent en dehors et se joignent aux fibres radiculaires venues du noyau principal pour constituer ensemble la racine motrice du nerf de la cinquième paire.

Les cellules d'origine des fibres de cette racine motrice ont été décrites pour la première fois par DEITERS, en 1865, et étudiées d'une façon spéciale par MATHIAS DUVAL en 1879. Ce sont des cellules volumineuses et globuleuses qui semblent

dépourvues de prolongements protoplasmatiques et que les auteurs désignent communément sous le nom de *cellules vésiculeuses*.

On a longtemps discuté pour savoir si les fibres constitutives de ce qu'on appelle racine supérieure du trijumeau et les cellules vésiculeuses voisines doivent être considérées comme appartenant au nerf trijumeau ou bien au nerf pathétique. Deiters, Stilling, Henle et Stieda les rattachaient au nerf de la quatrière paire; Meynert, Huguenin, Merkel, Krause et Schwalbe au nerf de la cinquième paire. La question semblait définitivement tranchée en faveur de cette dernière manière de voir à la suite des recherches de Mathias Duval. Ce savant a constaté en effet, que, chez la taupe, il n'existe ni fibres radiculaires, ni noyau d'origine du nerf pathétique, et cependant on y retrouve la racine supérieure du trijumeau avec les cellules vésiculeuses voisines.

Un travail publié par Golgi, en 1893, a tout remis en discussion. D'après Golgi, la racine supérieure du trijumeau des auteurs appartient au nerf de la quatrième paire et les cellules vésiculeuses situées le long de la face interne de cette racine sont de véritables cellules monopolaires ayant beaucoup de ressemblance avec les cellules des ganglions cérébro-spinaux. Ces cellules doivent être considérées comme les cellules d'origine du nerf pathétique. Ce sont des cellules monopolaires, totalement dépourvues de prolongements protoplasmatiques. Golgi attache à ce fait une grande importance. Ces cellules, dépourvues de prolongements protoplasmatiques, lui servent à combattre la théorie de Van Gehuchten et Ramon y Cajal, théorie d'après laquelle les prolongements protoplasmatiques possèdent la conduction cellulipète et les prolongements cylindraxiles la conduction cellulifuge.

Kölliker, le premier, s'est élevé contre ces assertions de Golgi, D'après lui, les cellules vésiculeuses en question sont des cellules multipolaires ; elles représentent les cellules d'origine de la racine supérieure du trijumeau des auteurs; celle-ci doit être considérée comme une *racine motrice*.

Des recherches spéciales que nous avons faites sur le système nerveux central des poissons osseux, il résulte que ces prévisions de Kölliker sont conformes à la réalité. Les cellules vésiculeuses sont les cellules d'origine des fibres de la racine supérieure du trijumeau. Arrivées au niveau du noyau moteur de la protubérance, ces fibres se recourbent en dehors pour prendre part à la constitution du nerf périphérique.

Lugaro a vu, chez des fœtus de lapin, le prolongement cylindraxile des cellules nerveuses situées de chaque côté de l'aqueduc de Sylvius pénétrer dans la racine supérieure du trijumeau. Les cellules d'origine étaient presque toutes unipolaires; il a pu poursuivre leurs prolongements cylindraxiles jusqu'au noyau masticateur.

Plus récemment encore Cajal a étudié les cellules constitutives de cette colonne grise dans le système nerveux central du lapin, de la souris et du rat. Il a pu établir que le prolongement cylindraxile de chacune de ces cellules nerveuses, arrivé au niveau du noyau masticateur, émet deux, trois ou quatre branches collatérales qui vont se ramifier et se terminer entre les cellules constitutives du noyau masticateur.

Arrivées dans le voisinage de ce noyau, les fibres de la racine supérieure se recourbent en dehors pour se joindre aux fibres venues du noyau principal et constituer ensemble la racine motrice du nerf de la cinquième paire.

Le *noyau sensitif* est situé en dehors de l'axe cérébro-spinal. Il est représenté par le ganglion de GASSER. Ce ganglion est constitué, chez tous les vertébrés que nous avons étudiés, de cellules nerveuses unipolaires identiques aux cellules des ganglions spinaux, FIG. 383. Le prolongement unique de chacune de ces cellules nerveuses se bifurque bientôt en une



FIG. 383.
Le ganglion de GASSER d'un embryon de cobaye presqu'à terme.

branche externe et une branche interne. La branche externe devient le cylindre-axe d'une fibre nerveuse sensitive périphérique. La branche interne devient le cylindre-axe d'une fibre de la racine sensitive. Arrivées dans la profondeur de la protubérance annulaire, toutes ces fibres sensitives se bifurquent en une branche ascendante et une branche descendante, FIG. 384. Les branches ascendantes sont très courtes et très grêles; elles se terminent, par des ramifications libres, entre les cellules constitutives de la masse grise voisine qui représente la partie supérieure du noyau sensitif terminal du trijumeau.

Les branches descendantes qui proviennent des fibres sensitives du nerf trijumeau sont beaucoup plus longues. Elles se réunissent en un faisceau très compacte connu sous le nom de *racine descendante* ou mieux encore *racine inférieure*, *racine spinale*, *racine sensitive* du nerf trijumeau. On peut poursuivre cette racine à travers la partie inférieure de la protubérance et toute l'étendue de la moelle allongée jusqu'au niveau du premier nerf cervical. Cette racine descendante recouvre toujours en dehors

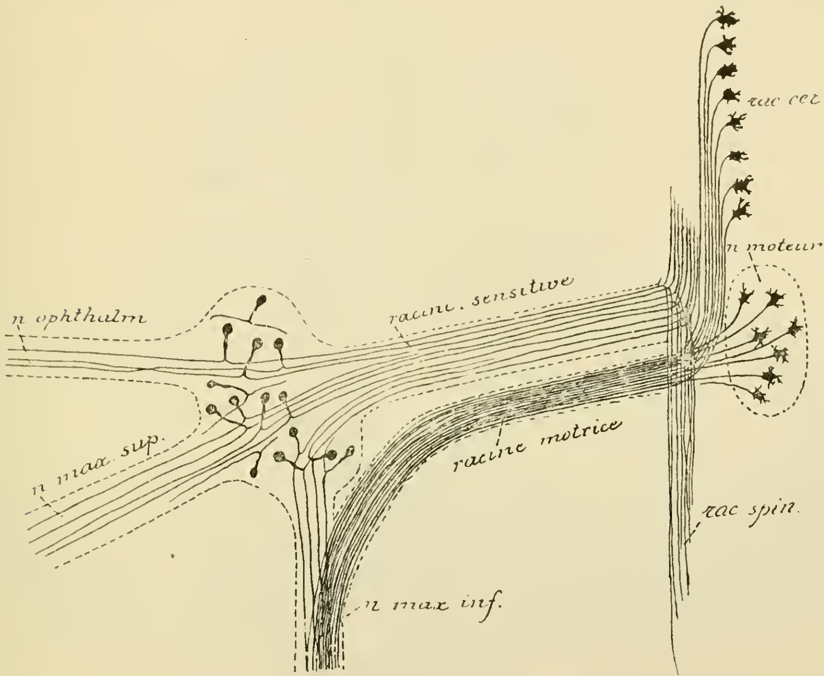


Fig. 384.
Schéma montrant l'origine réelle des fibres constitutives du nerf trijumeau.

la substance gélatineuse de Rolando. Elle diminue de volume de haut en bas, parce qu'à chaque instant des fibres quittent ce faisceau pour se rendre dans la substance grise avoisinante. Pendant ce trajet descendant, toutes les fibres constitutives de cette racine abandonnent de nombreuses collatérales qui se terminent dans la longue colonne de substance grise qui accompagne en dedans cette racine et que l'on désigne sous le nom de *noyau de la racine spinale du trijumeau*. Cette colonne grise représente à la fois le *noyau terminal* pour les fibres constitutives du nerf périphérique et le *noyau d'origine* pour les fibres de la voie sensitive centrale.

Sur des coupes de la protubérance annulaire d'embryons de poulet faites au niveau de l'origine du nerf de la cinquième paire, nous avons

vu presque toutes les fibres sensitives se bifurquer à leur entrée dans le tronc cérébral ; pour les unes, les deux branches de bifurcation avaient le même volume et devenaient fibres constitutives des deux racines ; pour les autres, la branche descendante, très épaisse, pénétrait seule dans la racine descendante, tandis que la branche ascendante, beaucoup plus grêle, prenait une direction horizontale ; parmi celles-ci, les plus courtes se terminaient directement dans la substance grise voisine, tandis que les

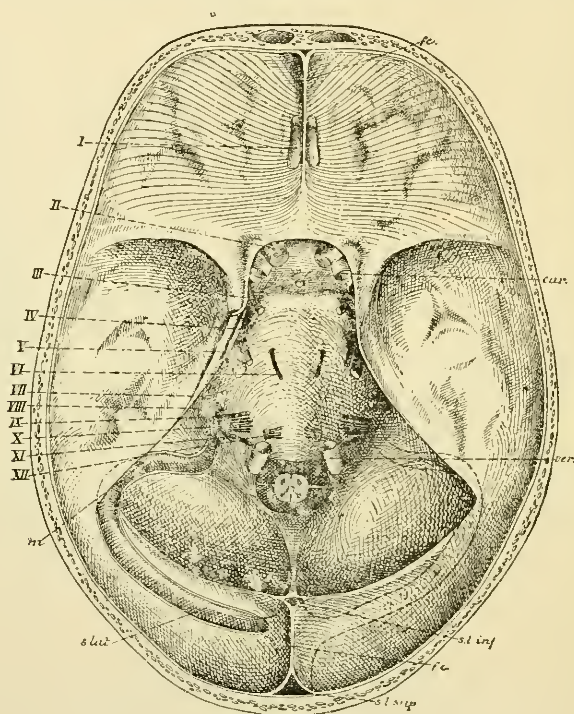


Fig. **385**.

La base du crâne montrant la sortie des nerfs craniens. Gr. nat. 1/2.

plus longues pénétraient dans le pédoncule cérébelleux moyen pour se rendre au cervelet. Ce sont là, sans doute, les fibres de la *voie sensitive directe du cervelet*, dont Edinger admet l'existence pour les nerfs sensibles craniens.

Dans le système nerveux central de la truite et de la salamandre, les fibres sensitives ne se bifurquent pas, mais se recourbent directement en bas pour devenir des fibres constitutives de la racine inférieure.

Origine apparente. Le nerf trijumeau sort de l'axe cérébro-spinal sur la partie latérale de la protubérance annulaire au point où celle-ci se

continue avec le pédoncule cérébelleux moyen, FIG. **386**. Cette origine se fait par deux racines : l'une externe, très volumineuse, constitue la *grosse racine* ou *racine sensitive (portio major)*; l'autre, interne, beaucoup plus grêle, s'appelle la *petite racine* ou *racine motrice (portio minor)*.

Trajet périphérique. A partir de leur origine apparente, les deux racines du nerf trijumeau se dirigent en avant et en dehors. Elles passent par

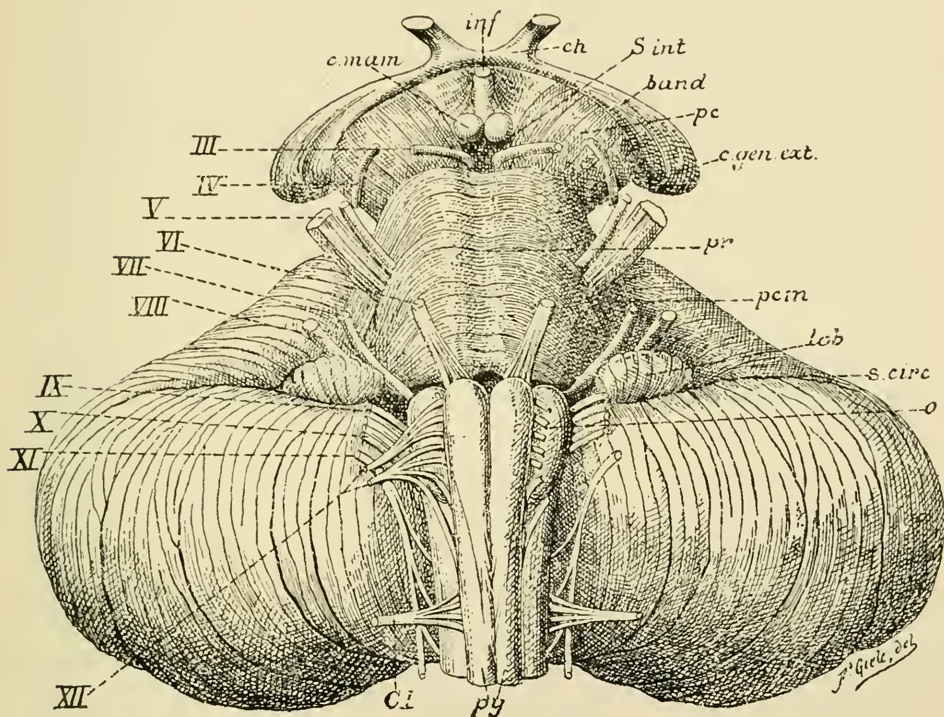


FIG. **386**.

Face antérieure du tronc cérébral. Gr. nat.

c. mam. : Corps mammillaires.
inf. : Infundibulum.
ch. : Chiasma des nerfs optiques.
s. int. : Substance interpédonculaire.
band. : Bandelette optique.
pc. : Pédoncule cérébral.
c. gen. ext. : Corps genouillé externe.
pr. : Protubérance annulaire.
pcm : Pédoncule cérébelleux moyen.
lob : Lobule du pneumo-gastrique.
s. circ. : Sillon circonférenciel.
o. : Olive.
py. : Pyramides antérieures.
Cl : Racine antérieure du premier nerf cervical.
III à *XII* : Origine des dix dernières paires des nerfs craniens.

un orifice ovalaire formé par la petite dépression que présente la partie interne du bord supérieur du rocher et par le bord postérieur de la tente du cervelet qui passe comme un pont au-dessus de cette dépression, FIG. **385**. Arrivé ainsi sur la face antérieure du rocher, le nerf trijumeau présente son ganglion volumineux, de forme semi-lunaire, appelé

ganglion de Gasser. Ce ganglion est situé dans une loge fibreuse constituée par un dédoublement des deux feuillets constitutifs de la dure-mère et connue sous le nom de *loge de Meckel*. La racine sensitive seule se continue avec le ganglion. De ce ganglion de Gasser partent les trois grandes branches terminales du trijumeau : 1° le *nerf ophthalmique de Willis (n. ophthalmicus)*, qui entre dans la cavité orbitaire par la fente sphénoïdale, 2° le *nerf maxillaire supérieur* (*n. maxillaris*), qui sort du crâne par le trou grand rond et 3° le *nerf maxillaire inférieur* ou *nerf mandibulaire* (*n. mandibularis*) qui quitte la boîte cranienne par le trou ovale. La racine motrice, d'abord située en avant et en dedans de la racine sensitive, passe en dessous de cette dernière, puis en dessous du ganglion de Gasser pour se jeter tout entière dans le nerf maxillaire inférieur.

Première branche.

Le nerf ophthalmique..

C'est la plus grêle et la plus interne des trois branches du nerf trijumeau. Elle est exclusivement *sensitive*. Ce nerf provient du ganglion de Gasser, parcourt d'arrière en avant la paroi externe du sinus caverneux et, arrivé à la fente sphénoïdale, il se divise en trois branches terminales : le *nerf lacrymal*, le *nerf frontal* et le *nerf nasal*, fig. 387. Pendant son trajet dans la paroi externe du sinus caverneux, il reçoit quelques filets du plexus carotidien interne du sympathique, s'anastomose avec le nerf oculo-moteur commun, donne quelques filets au nerf pathétique et au

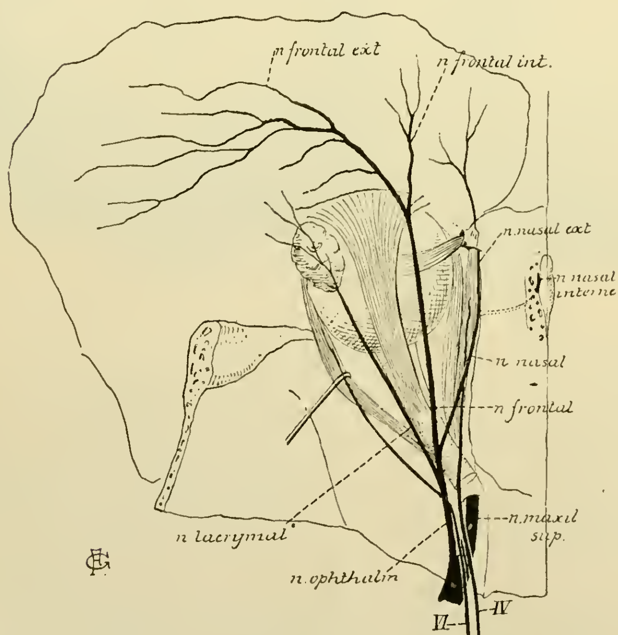


Fig. 387.

nerf oculo-moteur externe et émet une branche récurrente, le *nerf récurrent d'Arnold*, qui va se terminer dans la tente du cervelet (*n. tentorii*).

1° Le *nerf lacrymal* (*n. lacrimalis*). Le nerf lacrymal est la plus grêle des trois branches du nerf ophthalmique. Il pénètre dans la cavité orbitaire par la partie la plus externe de la fente sphénoïdale et, placé immédiatement contre le périoste de cette cavité, il se dirige vers la glande lacrymale en longeant le bord supérieur du muscle droit externe. Arrivé près de la glande lacrymale, le nerf se divise en deux rameaux : l'un, le rameau externe ou inférieur, descend et va s'anastomoser avec le rameau orbitaire du nerf maxillaire supérieur (*ramus anastomoticus cum n. zygomatico*); de l'anse nerveuse ainsi formée partent des filets destinés à la glande lacrymale; l'autre, le rameau interne ou supérieur, pénètre jusque dans la glande et se résout en rameaux terminaux destinés à la glande, à la conjonctive, à la peau de la paupière supérieure et à la peau de l'angle interne de l'œil, FIG. **388**.

2° Le *nerf frontal* (*n. frontalis*). Le nerf frontal constitue la branche la plus volumineuse du nerf ophthalmique. Il pénètre dans la cavité orbitaire par le milieu de la fente sphénoïdale, chemine le long de la paroi supérieure de l'orbite directement appliqué contre le périoste et, arrivé près de la base de l'orbite, il se divise en deux branches terminales : le *nerf frontal interne* et le *nerf frontal externe*, FIG. **387** et **388**.

Le *nerf frontal externe* ou *nerf sus-orbitaire (n. supraorbitalis)* sort de l'orbite par l'échancrure sus-orbitaire et se divise en rameaux *palpébraux* destinés à la peau de la paupière supérieure et en rameaux *frontaux*, beaucoup plus volumineux, qui vont porter la sensibilité à la peau de la région frontale jusque dans le voisinage de la suture coronaire. Au niveau de l'échancrure sus-orbitaire, il abandonne un petit filet nerveux qui s'engage dans l'épaisseur même de l'os frontal pour se rendre dans les sinus frontaux.

Le *nerf frontal interne (n. supratrochlearis)* sort de l'orbite un peu en dedans de l'échancrure sus-orbitaire; il se divise en rameaux descendants qui se terminent dans la peau de la partie interne de la paupière supérieure et en rameaux ascendants destinés à la peau de la partie médiane de la région frontale.

3° Le *nerf nasal* ou *naso-ciliaire (n. nasociliaris)*. Il pénètre dans l'orbite par la partie interne de la fente sphénoïdale et traverse l'anneau de Zinn. Placé en dessous du muscle releveur de la paupière supérieure et du muscle droit supérieur, il est d'abord situé en dehors du nerf optique, puis se dirige obliquement en dedans, en passant au-dessus de ce dernier nerf; il longe ensuite la paroi interne de la cavité orbitaire et se

termine, au niveau du conduit orbitaire interne et antérieur, en *nerf nasal interne* et en *nerf nasal externe.*

Pendant ce trajet, le nerf nasal fournit les *branches collatérales* suivantes :

a) En dehors du nerf optique, une branche nerveuse a un ganglion gris placé sur la face externe de ce nerf : le *ganglion ciliaire* ou *ganglion ophthalmique.* Cette branche du nerf nasal constitue la *longue racine* (*radix longa ganglii ciliaris*) ou la *racine sensitive* de ce ganglion.

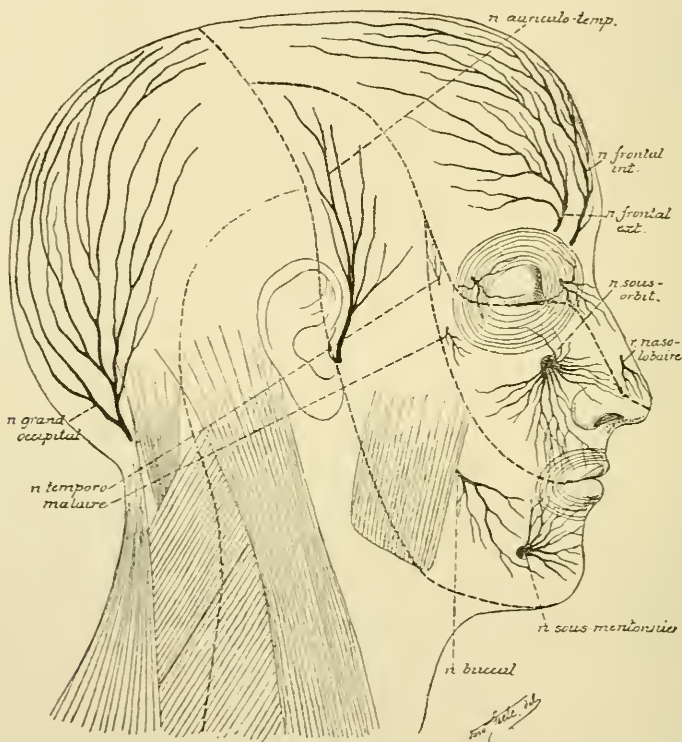


Fig. 388.
Les branches cutanées du nerf trijumeau. — Gr, nat. 1/2.

b) En dedans du nerf optique, le nerf nasal fournit quelques filets longs et grêles appelés *nerfs ciliaires longs* (*nn. ciliares longi*); ceux-ci se rendent au globe oculaire avec les nerfs ciliaires courts qui viennent du ganglion ophthalmique.

Branches terminales. Le nerf nasal fournit deux branches terminales :

1° Le *nerf nasal externe* ou *nerf sous-trochléaire* (*n. infratrochlearis*). Il longe la paroi interne de l'orbite en dessous du muscle grand oblique,

passe sous la poulie cartilagineuse de ce muscle, traverse l'orbiculaire des paupières et se divise en rameaux ascendants destinés à la peau de la paupière supérieure et à celle de la partie voisine du front, et en rameaux descendants destinés à la conjective, à la caroncule lacrymale, aux conduits lacrymaux, au sac lacrymal, à la peau de l'angle interne des paupières et à celle de la racine du nez.

2° Le *nerf nasal interne* ou *nerf ethmoïdal* (*n. ethmoidalis anterior*) traverse le conduit orbitaire interne et antérieur et arrive ainsi dans la boite cranienne, sur la face supérieure de la lame criblée de l'ethmoïde. Il traverse alors la fente ethmoïdale et pénètre dans les fosses nasales, où il se divise en un filet interne et un filet externe. Le filet interne se termine dans la muqueuse de la cloison des fosses nasales. Le filet externe donne quelques ramuscules à la muqueuse de la paroi externe des fosses nasales, descend sur la face postérieure de l'os propre du nez, passe entre cet os et le cartilage de l'aile du nez pour se terminer dans la peau du lobule du nez sous le nom de *nerf naso-lobaire* ou *nerf nasal externe* (*ramus nasalis externus*).

Le ganglion ophthalmique ou ganglion ciliaire.

Sur la face externe du nerf optique, au fond de la cavité orbitaire, dans le voisinage immédiat du trou optique, on trouve un petit renflement grisâtre connu sous le nom de *ganglion ophthalmique* ou *ganglion ciliaire*. A ce ganglion aboutissent en arrière trois filets nerveux : ce sont les *branches afférentes* ou les *racines* du ganglion. De ce même ganglion partent en avant un grand nombre de filets nerveux très grêles : ce sont les *branches efférentes* connes sous le nom de *nerf ciliaires*, FIG. **389**.

Les branches *afférentes* ou les *racines* du ganglion ciliaire comprennent :

a) Une *racine motrice* ou *courte racine* reliant le ganglion à la branche inférieure du nerf oculo-moteur commun ;

b) Une *racine sensitive* ou *longue racine* unissant le ganglion à la branche nasale du nerf ophthalmique de WILLIS ; et

c) Une *racine sympathique* ou *racine intermédiaire* amenant au ganglion ciliaire des filets sympathiques provenant du plexus qui entoure la carotide interne dans le sinus caverneux.

Les branches *efférentes* du ganglion ciliaire constituent les *nerfs ciliaires courts* (*nn. ciliares breves*). Ils sont au nombre de cinq ou six au moment où ils partent du ganglion ciliaire ; ils se dirigent horizontalement en avant, se divisent et se subdivisent et, mélangés avec les *nerfs ciliaires longs*

provenant de la branche nasale de l'ophthalmique de Willis, ils gagnent la face postérieure du globe oculaire enveloppant de toutes parts le nerf optique. Ils traversent alors la sclérotique, courent entre celle-ci et la choroïde, abandonnent des filets destinés aux différentes couches du globe oculaire et peuvent être poursuivis jusqu'au niveau du corps ciliaire où ils se divisent en branches terminales : les unes, *sensibles*, se portent dans toutes les parties voisines du globe oculaire et principalement dans l'épithélium antérieur de la cornée; d'autres, *motrices*, vont innerver les muscles intrinsèques de l'œil : le muscle ciliaire ou tenseur de la choroïde

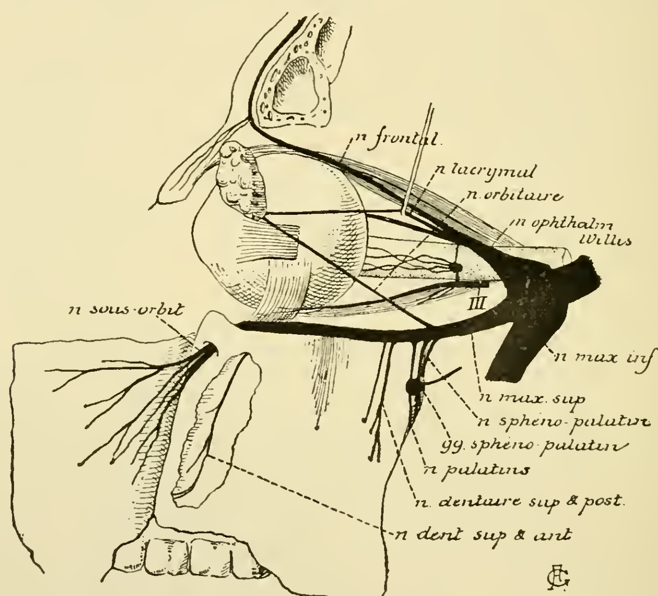


Fig. 389.

et le muscle constricteur de l'iris; d'autres encore, de *nature sympathique*, vont former les plexus nerveux des vaisseaux.

La signification morphologique du ganglion ciliaire a été longtemps en discussion. Quelques auteurs, comme Retzius, le considèrent comme un ganglion sympathique, d'autres lui attribuent la valeur d'un ganglion spinal et le rattachent au nerf de la troisième paire (Schwalbe, Antonelli, etc.). Krause partage une opinion mixte. D'après lui, le ganglion ophthalmique est double; il serait formé de deux ganglions fusionnés, dont l'un appartient au sympathique et l'autre représente un ganglion spinal.

Il résulte des recherches récentes de Retzius, entreprises au moyen de la méthode de Golgi, que les cellules constitutives du ganglion ciliaire sont des cellules nerveuses multipolaires identiques aux cellules constitutives

des ganglions de la chaine sympathique. Le ganglion ciliaire doit donc être considéré comme un ganglion sympathique.

D'après des recherches expérimentales récentes, les fibres du nerf oculo-moteur commun, sectionnées au sortir du mésencéphale, ne dégénèrent que jusque dans le ganglion ciliaire. Si ce fait se confirme, on devrait en tirer la conclusion que les fibres motrices, amenées au ganglion ciliaire par la branche afférente émanée du nerf oculo-moteur commun, se terminent dans ce ganglion par des ramifications libres et que, par conséquent, les cellules d'origine des fibres qui innervent les muscles intrinsèques du globe oculaire se trouvent dans le ganglion ciliaire lui-même. Ce fait aurait une importance considérable au point de vue physiologique et pathologique parce qu'il tendrait à prouver que le centre du réflexe pupillaire se trouve, non pas dans le noyau d'origine du nerf de la troisième paire comme on le croit généralement, mais bien dans le ganglion ophthalmique.

Littérature.

Math. Duval : *Recherches sur l'origine réelle des nerfs craniens.* Journal de l'Anatomie et de la physiologie, 1878. — Testut : *Traité d'anatomie humaine*, 2e édition. — Sapolini : *Etudes anatomiques sur le nerf de Wrisberg et la corde du tympan ou un treizième nerf cranien.* Journal de médecine de Bruxelles, 1884. — His : *Die morphologische Bedeutung der Kopfnerven.* Archiv f. Anatomie und Physiologie, Anatom. Abth., 1887. — P. Martin : *Die erste Entwickelung der Kopfnerven bei der Katze.* Osterreich. Monatsschr f. Tierheilkunde, 1890. — Retzius : *Untersuchungen über die Nervenzellen der cerebrospinalen Ganglien und der übrigen peripherischen Kopfganglien.* Archiv f. Anat. und Phys., Anat. Abth. 1880. — v. Lenhossek : *Das Ganglion Geniculi Nervi Facialis und seine Verbindungen.* Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane. Wiesbaden, 1894. — Penzo : *Ueber das Ganglion geniculi und die mit denselben zusammenhängenden Nerven.* Anatomischer Anzeiger, 1893. — Edinger : *Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane*, Leipzig, 1893, p. 191. — Kölliker : *Handbuch der Gewebelehre*, Bd, II. 1896, p. 593. — Van Gehuchten : *Le système nerveux de l'homme.* 1e éd., Lierre, 1893. — Cajal : *Origen del trigemino.* Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos, Madrid, 1895. — O. Deiters : *Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere.* Braunschweig, 1865, pp. 91 et 92. — C. Golgi : *Sur l'origine du quatrième nerf cérébral et sur un point d'histo-physiologie générale qui se rattache à cette question.* Arch. ital. de Biologie, 1893, pp. 454-474. — Kölliker : *Handbuch der Gewebelehre des Menschen.* Bd. II, 1896, p. 289. — Van Gehuchten : *De l'origine du et de la racine supérieure du trijumeau.* Bulletin de l'Acad. royale de Belgique, t. *pathétique* XXIX, 1895, pp. 417-441. — Lugaro : *Sulle cellule d'origine della radice discendente del trigemino.* Archivio di Ottalmologia. Vol. II. 1894. — Retzius : *Ueber das Ganglion ciliare.* Anatomischer Anzeiger, 1894. — *Ganglion ciliare.* Biologische Untersuchungen, Bd. VI. 1894.

VINGT-SIXIÈME LEÇON

La structure interne du métencéphale *(Suite)*.

Le nerf trijumeau *(suite)* : Le nerf maxillaire supérieur et le nerf maxillaire inférieur ou nerf mandibulaire.

V. Le nerf trijumeau. *(Suite)*.

Nous avons vu, dans la dernière leçon, que le ganglion de Gasser du nerf trijumeau donne origine à trois branches périphériques : le nerf ophthalmique, le nerf maxillaire supérieur et le nerf maxillaire inférieur. Nous avons décrit le trajet et la distribution périphérique de la première branche du nerf trijumeau ; nous allons étudier aujourd'hui le trajet et la distribution des deux autres branches.

Deuxième branche.

Le nerf maxillaire supérieur.

Le nerf maxillaire supérieur provient du ganglion de Gasser entre le nerf ophthalmique de Willis qui est en dedans et un peu au dessus et le nerf maxillaire inférieur placé en dehors et en dessous. Il se dirige directement en avant et en dehors, sort du crâne par le trou grand rond ou trou du nerf maxillaire supérieur que présente la base de la grande aile du sphénoïde, traverse d'arrière en avant la partie supérieure de la fosse ptérygo-maxillaire, entre dans la cavité orbitaire par la fente sphéno-maxillaire, parcourt la gouttière sous-orbitaire, puis le canal sous-orbitaire et sort par le trou sous-orbitaire pour se terminer, sous le nom de *nerf sous-orbitaire*, dans la peau de la face depuis la paupière inférieure jusqu'à la lèvre supérieure, FIG. 390.

Branches collatérales. Pendant ce trajet, le nerf maxillaire supérieur fournit un grand nombre de branches collatérales :

1° Un *rameau méningé moyen (n. meningeus medius)* ; il est destiné à la dure-mère et accompagne les ramifications de l'artère méningée moyenne.

2° Le *nerf zygomatique (n. zygomaticus)* ou *temporo-malaire.* Il naît du

nerf maxillaire supérieur en dessous du trou grand rond, se dirige directement en avant en traversant la fosse ptérygo-maxillaire, passe par la fente sphéno-maxillaire pour entrer dans la cavité de l'orbite dont il longe la paroi externe. Dans cette cavité orbitaire, il s'anastomose avec le nerf lacrymal, FIG. **390**, et donne ainsi quelques filets à la glande lacrymale; il pénètre ensuite dans le canal temporo-malaire où il se divise en deux rameaux : un *rameau malaire* ou *rameau zygomatico-facial*

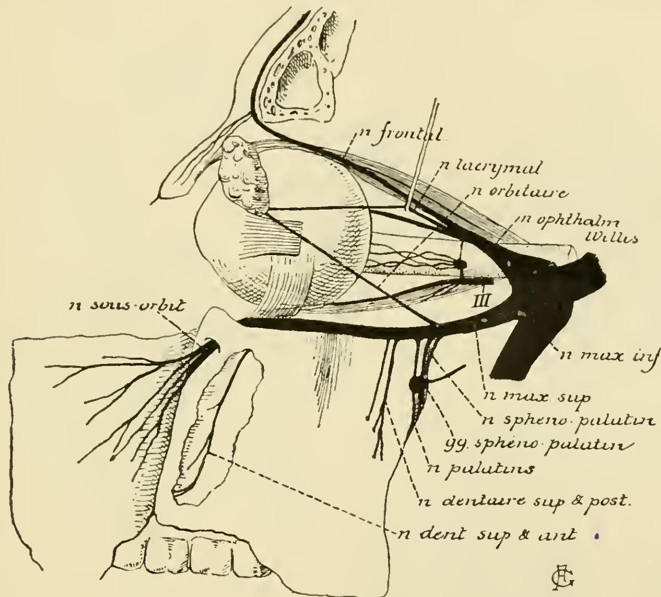


FIG. **390**.

(ramus zygomaticofacialis) qui sort par le trou malaire, sur la face externe de l'os malaire, pour se distribuer à la peau de la pommette et un *rameau zygomatico-temporal (ramus zygomaticotemporalis)* qui arrive dans la fosse temporale, traverse le muscle temporal et l'aponévrose qui le recouvre et se distribue à la peau de la partie antérieure de la région temporale, FIG. **391**.

3° Les *nerfs sphéno-palatins (nn. sphénopalatini)*. Ils sont au nombre de deux ou de trois; nés du nerf maxillaire supérieur dans la fosse ptérygo-maxillaire, ils se dirigent verticalement en bas et, après un trajet de quelques millimètres, se jettent dans un ganglion nerveux dépendant de la deuxième branche du nerf trijumeau et appelé *ganglion sphéno-palatin*.

Les nerfs sphéno-palatins constituent la *longue racine* ou la *racine sensitive* de ce ganglion.

4° Les *nerfs dentaires supérieurs et postérieurs*. Ils proviennent du nerf

maxillaire supérieur, au nombre de deux ou de trois, au moment où ce nerf pénètre dans la cavité orbitaire. Ils descendent verticalement en bas sur la tubérosité du maxillaire supérieur, fournissent des filets nerveux à la muqueuse des gencives des dents molaires supérieures et parcourent les canaux dentaires supérieurs et postérieurs dans l'épaisseur de la paroi externe du sinus maxillaire. Ils s'anastomosent, dans l'épaisseur de cette

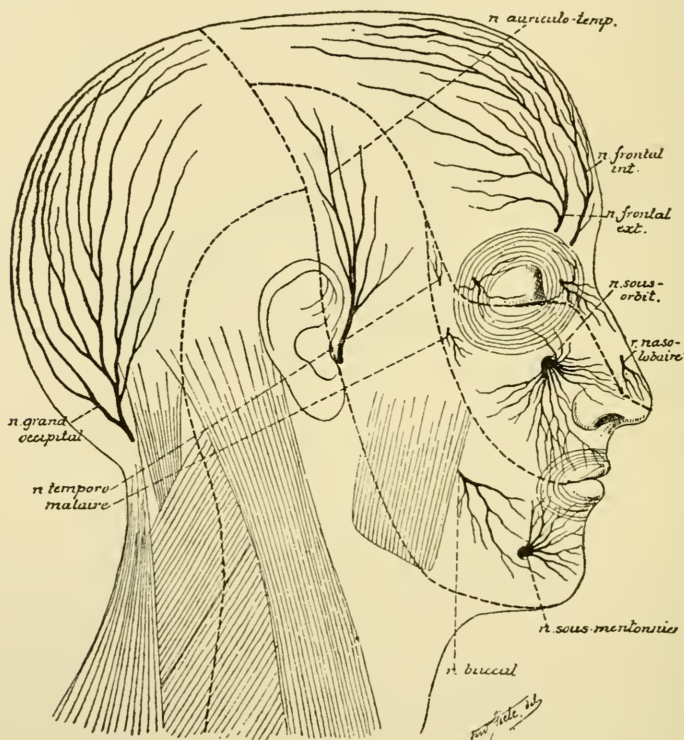


Fig. 391.
Les branches cutanées du nerf trijumeau. — Gr, nat. 1/2.

paroi, avec le nerf dentaire supérieur et antérieur et fournissent des rameaux aux racines de toutes les dents molaires supérieures, fig. 392.

5° Le *nerf dentaire supérieur et antérieur.* Il provient du nerf sous orbitaire pendant son passage à travers le canal sous-orbitaire, descend dans un canal osseux creusé dans la paroi externe du sinus du maxillaire, fig. 390, s'anastomose avec les nerfs dentaires supérieurs et postérieurs en formant dans l'épaisseur du maxillaire supérieur le *plexus dentaire supérieur*, fig. 392, et envoie ses filets terminaux dans la racine des dents incisives et canines supérieures.

Branches terminales. Arrivé dans le canal sous-orbitaire, le nerf maxillaire supérieur prend le nom de *nerf sous-orbitaire (n. infraorbitalis).* Il sort par le trou sous-orbitaire et se divise en un grand nombre de branches terminales que l'on peut diviser en trois groupes :

a) Des *filets ascendants* ou *palpébraux inférieurs* (*rami palpebrales inferiores*) destinés à la peau et à la conjonctive de la paupière inférieure.

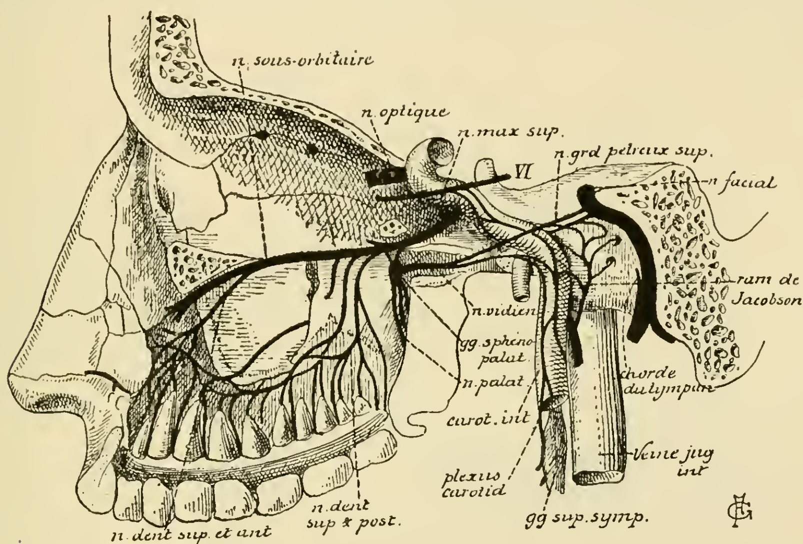


Fig. 392.
Le nerf facial et la branche moyenne ou nerf maxillaire supérieur du nerf trijumeau (d'après Hirschfeld).

b) Des *filets descendants* ou *labiaux supérieurs (rami labiales superiores)* qui vont s'épanouir dans la peau et la muqueuse de la lèvre supérieure.

c) Des *filets internes* ou *nasaux* (*rami nasales externi et interni)* donnant la sensibilité à la peau de l'aile du nez.

Le ganglion sphéno-palatin.

Du nerf maxillaire supérieur dépend un ganglion nerveux appelé ganglion sphéno-palatin. Il est situé dans la partie supérieure de la fosse ptérygo-maxillaire. Il est relié à des nerfs craniens par un certain nombre de filets nerveux constituant ses *branches afférentes* et émet un certain nombre d'autres filets nerveux qui constituent ses *branches efférentes.*

Les *branches afférentes* du ganglion sphéno-palatin comprennent :

a) Deux ou trois rameaux qui relient ce ganglion au nerf maxillaire

supérieur; ils sont connus sous le nom de *nerfs sphéno-palatins*. Ils constituent la *racine sensitive* ou la *courte racine* du ganglion.

b) Un rameau nerveux appelé *nerf vidien* ou *nerf du canal ptérygoidien* (*n. canalis pterygoidei*). Celui-ci parcourt le canal vidien et se jette dans la partie postérieure du ganglion sphéno-palatin. Nous avons vu, en décrivant le nerf facial, que le nerf vidien lui-même est formé de fibres sympathiques, provenant du plexus carotidien interne, et de fibres motrices venues du

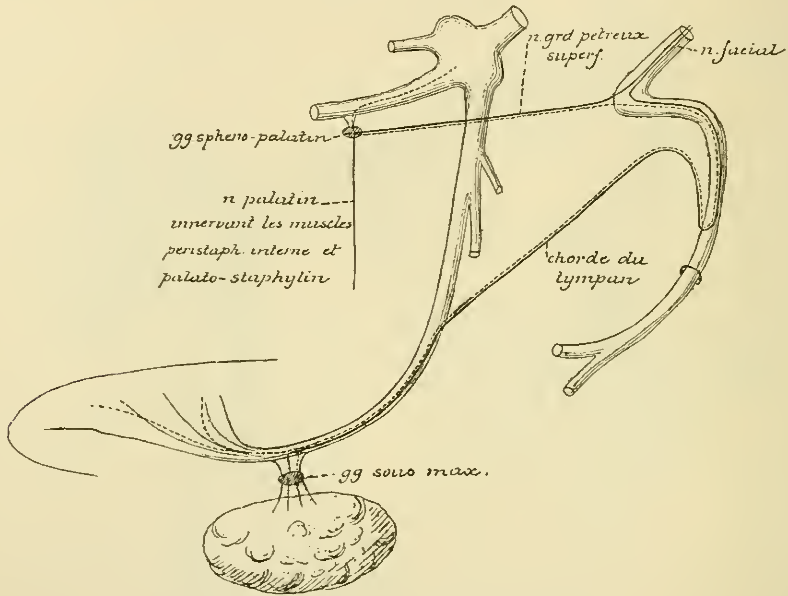


Fig. **393**.

Schéma indiquant le chemin que suivraient les fibres gustatives pour aller du trijumeau dans la corde du tympan.

La ligne pointillée indique le trajet des fibres gustatives venant du trijumeau et les lignes pleines montrent le trajet des fibres motrices venues du facial.

facial par le nerf grand pétreux superficiel. fig. **392** et **393**. Le nerf vidien constitue donc, pour le ganglion sphéno-palatin, à la fois une *racine motrice* et une *racine sympathique*. On admet généralement que les filets moteurs amenés par le nerf grand pétreux superficiel sont destinés à innerver le muscle péristaphylin interne ou élévateur du voile du palais et le muscle palato-staphylin, fig. **393**. Nous avons vu cependant que, d'après les recherches expérimentales de Rethi, ces muscles seraient innervés par le nerf pneumogastrique.

Branches efférentes. Du ganglion sphéno-palatin partent les branches efférentes suivantes :

1° Le *nerf pharyngien* ou *ptérygo-palatin* ; il se dirige directement en arrière, parcourt le canal ptérygo-palatin et se distribue à la muqueuse de la partie supérieure du pharynx.

2° Les *nerfs nasaux postérieurs et supérieurs (rami nasales posteriores superiores).* Ils proviennent du côté interne du ganglion sphéno-palatin, traversent directement le trou sphéno-palatin et arrivent ainsi dans les fosses nasales. Là, ils se divisent en rameaux internes et en rameaux externes.

Les *rameaux internes (rami mediales)* se rendent à la partie posté-

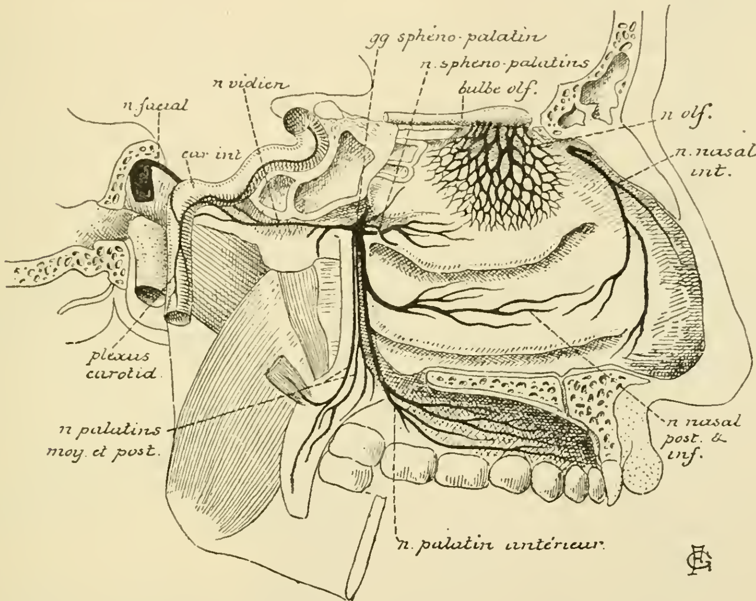


Fig. **394**.
Les nerfs palatins (d'après Hirschfeld).

rieure et supérieure de la muqueuse qui tapisse la cloison des fosses nasales. Un de ces rameaux, plus volumineux que les autres, est connu sous le nom de *nerf naso-palatin de Scarpa (n. nasopalatinus).* Il se dirige obliquement en bas et en avant, en parcourant toute l'étendue de la cloison des fosses nasales entre le périoste et la muqueuse. Il pénètre ensuite dans le canal palatin antérieur ou canal incisif et va se distribuer, par ses branches terminales, à la muqueuse qui recouvre la partie antérieure de la voûte palatine.

Les *rameaux externes (rami laterales)*, beaucoup plus nombreux, se divisent en branches antérieures se distribuant à la muqueuse de la paroi externe des fosses nasales au niveau du cornet supérieur, du méat supérieur et du cornet moyen. fig. **394**, et en branches postérieures destinées à la muqueuse de la voûte et de la paroi latérale du pharynx.

3° Les *filets orbitaires (rami orbitales).* Ils pénètrent dans la cavité orbitaire par la fente sphéno-maxillaire et se distribuent au périoste de la paroi interne de l'orbite, aux cellules ethmoïdales supérieures et au sinus sphénoïdal.

4° Les *nerfs palatins (nn. palatini).* Ils sortent du bord inférieur du ganglion sphéno-palatin et descendent verticalement en bas dans le canal palatin postérieur et les petits canaux accessoires. Ils sont au nombre de trois que l'on désigne sous le nom de *nerfs palatins antérieur, moyen* et *postérieur*, FIG. **394**.

Le *nerf palatin antérieur* parcourt de haut en bas le canal palatin postérieur et arrive ainsi à la partie postérieure de la voûte palatine. Là, il se divise en rameaux postérieurs destinés à la muqueuse de la face antérieure du voile du palais et en un rameau antérieur plus volumineux; celui-ci parcourt d'arrière en avant la gouttière latérale de la voûte palatine et se termine, par de nombreux filets, dans la gencive supérieure et dans la muqueuse de la voûte de la cavité buccale.

Pendant son trajet dans le canal palatin postérieur, le nerf palatin antérieur fournit le *rameau nasal postérieur et inférieur;* celui-ci traverse la lame verticale de l'os palatin et se distribue à la muqueuse de la paroi externe des fosses nasales au niveau du méat moyen, du cornet et du méat inférieurs, et du sinus du maxillaire supérieur, FIG. **394**.

Le *nerf palatin moyen* descend sur la tubérosité du maxillaire dans un canal palatin accessoire et va se distribuer à la muqueuse des amygdales et de la partie voisine du voile du palais.

Le *nerf palatin postérieur* parcourt également un conduit palatin accessoire qui l'amène jusqu'au bord antérieur du voile du palais. Il pénètre alors dans ce voile et s'y termine à la muqueuse qui recouvre les deux faces. On admet généralement que ce nerf palatin postérieur renferme des fibres motrices venues du facial par le nerf grand pétreux superficiel, et que ces fibres vont se terminer dans les muscles péristaphylin interne et palato-staphylin.

Le ganglion sphéno-palatin est généralement considéré comme une dépendance du système nerveux sympathique. D'après les recherches récentes de v. Lenhossek, il est formé de cellules nerveuses multipolaires identiques aux cellules constitutives des ganglions de la chaîne sympathique.

Troisième branche.

Le nerf mandibulaire.

Le nerf maxillaire inférieur ou nerf mandibulaire constitue la branche terminale la plus volumineuse du nerf trijumeau. Il est formé d'une racine sensitive qui lui vient du ganglion de Gasser en dessous et en dehors

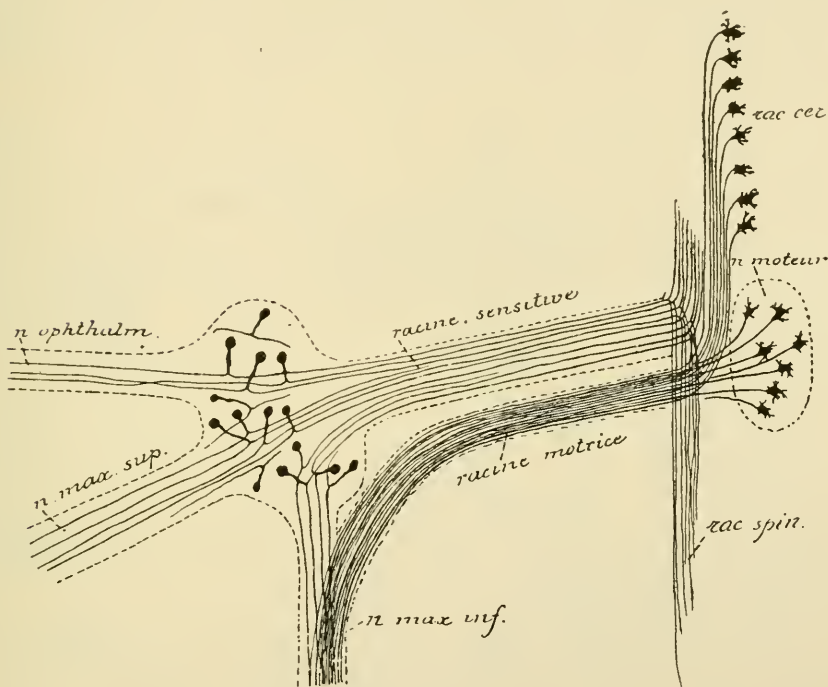


Fig. 395.
Schéma montrant l'origine réelle des fibres constitutives du nerf trijumeau.

de l'origine du nerf maxillaire supérieur et d'une racine motrice qui lui vient directement du tronc cérébral, fig. 395. Le nerf maxillaire inférieur devient donc un nerf mixte. Il va porter la motilité à tous les muscles de la mastication et la sensibilité à la peau de la partie inférieure de la face, à la muqueuse de la joue et à la peau de la partie antérieure de la région temporale.

Du ganglion de Gasser, le nerf maxillaire inférieur se dirige en bas et en dehors; il sort du crâne par le trou ovale du sphénoïde, fournit une branche collatérale qui rentre dans la boîte cranienne et, arrivé dans la fosse zygomatique, se divise directement en *sept* branches terminales.

Branche collatérale. Avant sa division en branches terminales, le nerf maxillaire inférieur fournit un *rameau méningé.* Celui-ci rentre dans la boîte cranienne par le trou sphéno-épineux et se distribue à la dure mère voisine.

Branches terminales. Les branches terminales peuvent se diviser en deux groupes : des *branches sensitives* et des *branches mixtes.*

Les *branches mixtes* renferment des fibres sensitives et des fibres motrices ; celles-ci sont destinées aux muscles de la mastication, au muscle péristaphylin externe, au muscle interne du marteau, au muscle mylo-hyoïdien et au ventre antérieur du muscle digastrique. Elles comprennent :

1° Le *nerf massétérin* (*n. massetericus*) ; il se dirige de dedans en dehors, croise le bord supérieur du muscle ptérygoïdien externe, puis le bord postérieur du muscle temporal, traverse l'échancrure sigmoïde de la branche verticale du maxillaire inférieur et pénètre dans la face profonde du muscle masséter auquel il est destiné, FIG. 396. Pendant ce trajet, il abandonne une branche collatérale à l'articulation temporo-maxillaire et envoie dans la partie postérieure du muscle temporal un rameau nerveux : le *rameau temporal profond postérieur* (*n. temporalis profundus posterior*).

2° Le *nerf buccal* (*n. buccinatorius*) provient du nerf maxillaire inférieur en dessous du trou ovale. Il se dirige en dehors et traverse le muscle ptérygoïdien externe ; il longe un peu en dedans la partie antérieure du muscle temporal, puis passe entre l'apophyse coronoïde du maxillaire inférieur et la tubérosité du maxillaire supérieur. Arrivé sur la face externe du muscle buccinateur, il se divise en branches terminales.

Pendant son trajet, le nerf buccal fournit des filets moteurs au muscle ptérygoïdien externe et abandonne un rameau à la partie antérieure du muscle temporal, le *rameau temporal profond antérieur (n. temporalis profundus anterior).*

Les branches terminales sont toutes sensitives et se terminent soit à la peau, soit à la muqueuse de la joue.

3° Le *nerf du muscle ptérygoïdien interne* (*n. pterygoideus internus).* Il provient du nerf maxillaire inférieur et va se distribuer à la face interne du muscle ptérygoïdien interne, FIG. 398. Dans le voisinage du ganglion optique, il abandonne deux petits filets nerveux qui se réunissent avec des filets venus de ce ganglion et vont se rendre dans le muscle péristaphylin externe ou tenseur du voile de palais et dans le muscle interne du marteau.

4° Le *nerf temporal profond moyen* se dirige de dedans en dehors. Il longe la paroi supérieure de la fosse zygomatique et se réfléchit sur la face profonde du muscle temporal dans lequel il se termine.

Toutes ces branches nerveuses réunies constituent le *nerf masticateur* (*n. masticatorius*).

5° Le *nerf dentaire* ou *alvéolaire inférieur* (*n. alveolaris inferior*). C'est la plus volumineuse de toutes les branches terminales du nerf maxillaire inférieur. Ce nerf descend entre les deux muscles ptérygoïdiens, étant situé en arrière et en dehors du nerf lingual. Il passe ensuite entre le ptérygoïdien interne et la branche verticale du maxillaire inférieur, pénètre dans l'orifice supérieur du canal dentaire inférieur et parcourt ce canal jusqu'au niveau du trou mentonnier, où il se divise en branches terminales, FIG. **396**.

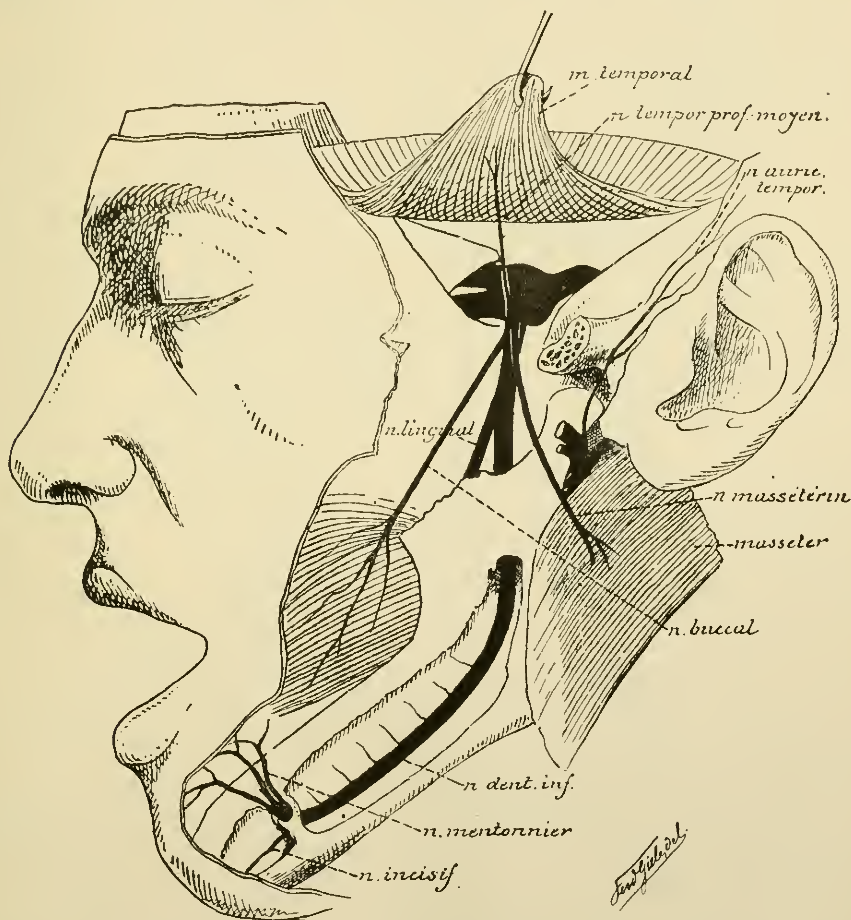


FIG. **396**.

Pendant ce trajet, le nerf dentaire inférieur fournit :

a) Le *rameau mylo-hyoïdien* (*n. mylohyoideus*). C'est un rameau moteur qui quitte le nerf dentaire au moment où celui-ci entre dans le canal dentaire, FIG. **400** ; il descend alors dans le sillon creusé sur sa face interne du corps

du maxillaire inférieur et va se terminer dans le muscle mylo-hyoïdien et dans le ventre antérieur du muscle digastrique.

b) Les *rameaux dentaires inférieurs et postérieurs.* Ils proviennent du nerf dentaire pendant qu'il parcourt le canal dentaire et se rendent aux racines des dents molaires, à la paroi des alvéoles dentaires et à la gencive voisine.

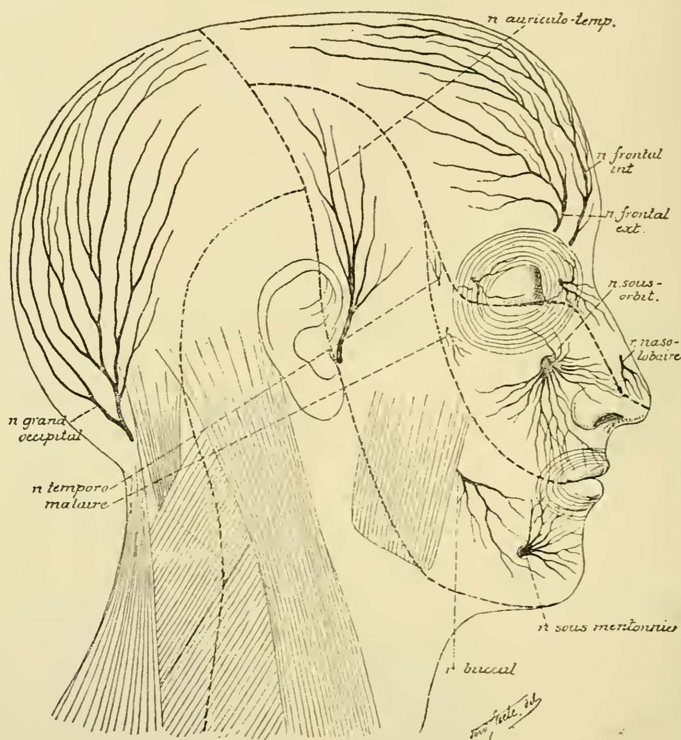


Fig. **397**.
Les branches cutanées du nerf trijumeau. — Gr, nat. 1/2.

Branches terminales. Arrivé au trou mentonnier, le nerf dentaire inférieur se divise en *nerf mentonnier* et *nerf incisif.*

Le *nerf mentonnier* (*n. mentalis*) sort par le trou mentonnier et se résout en branches terminales destinées à la muqueuse de la lèvre inférieure et à la peau de la lèvre inférieure et du menton, fig. **397**.

Le *nerf incisif* poursuit son trajet dans le canal dentaire inférieur et se distribue aux racines et aux alvéoles de la dent canine et des dents incisives inférieures et à la gencive voisine.

Les *branches sensitives* du nerf maxillaire inférieur sont au nombre de deux. Ce sont :

1° Le *nerf temporal superficiel* ou *nerf auriculo-temporal* (*n. auriculo-temporalis*). Il provient du nerf maxillaire inférieur par deux racines qui embrassent l'artère méningée moyenne, se dirige en bas, en arrière et en dehors vers le col du condyle du maxillaire inférieur. Arrivé au bord postérieur de ce col, il se recourbe en haut, monte en dessous de la parotide, entre l'articulation temporo-maxillaire et le conduit auditif externe, abandonne des filets à la parotide (*rami parotidei*) et va se terminer dans la peau qui recouvre la face externe du pavillon de l'oreille et dans la peau de la région temporale, FIG. **397**.

Pendant ce trajet, le nerf auriculo-temporal s'anastomose :

a) Avec le ganglion otique. Ce sont des filets du ganglion otique qui passent dans le nerf auriculo-temporal. On admet généralement que ces filets

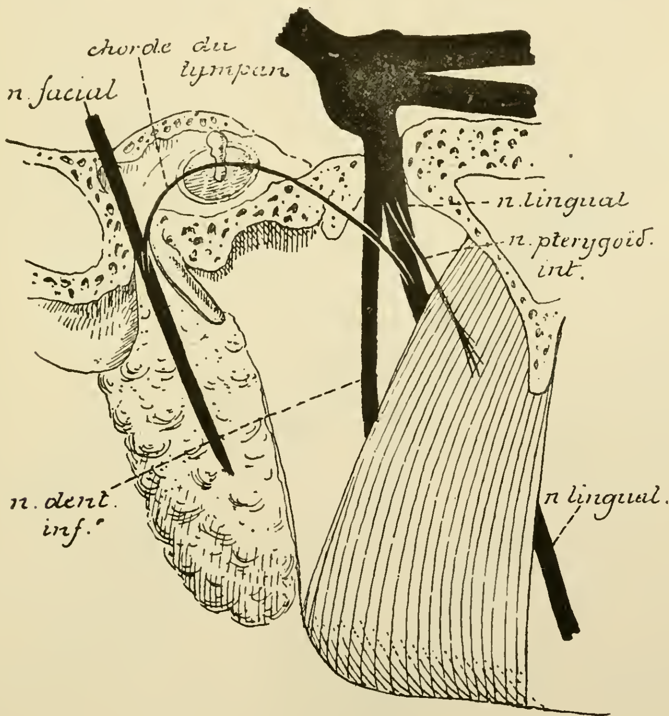


FIG. **398**.
La corde du tympan.

originaires du ganglion otique proviennent du nerf glosso-pharyngien par l'intermédiaire du nerf petit pétreux profond et qu'ils quittent plus loin le nerf temporal pour se rendre dans la glande parotide.

b) Avec le nerf facial. Cette anastomose se fait au niveau du col du condyle du maxillaire inférieur.

2° Le *nerf lingual (n. lingualis)*. Le nerf lingual descend entre le muscle ptérygoïdien externe et le muscle ptérygoïdien interne, puis entre ce dernier muscle et la face interne de la branche verticale du maxillaire inférieur, étant situé, FIG. **398**, au devant et un peu en dedans du nerf dentaire inférieur. Arrivé au bord inférieur du muscle ptérygoïdien interne, il se recourbe en avant et croise la face externe du muscle hyo-glosse, étant recouvert par la glande sous-maxillaire. Le nerf lingual passe alors au-dessus du muscle mylo-hyoïdien, étant en rapport immédiat avec le

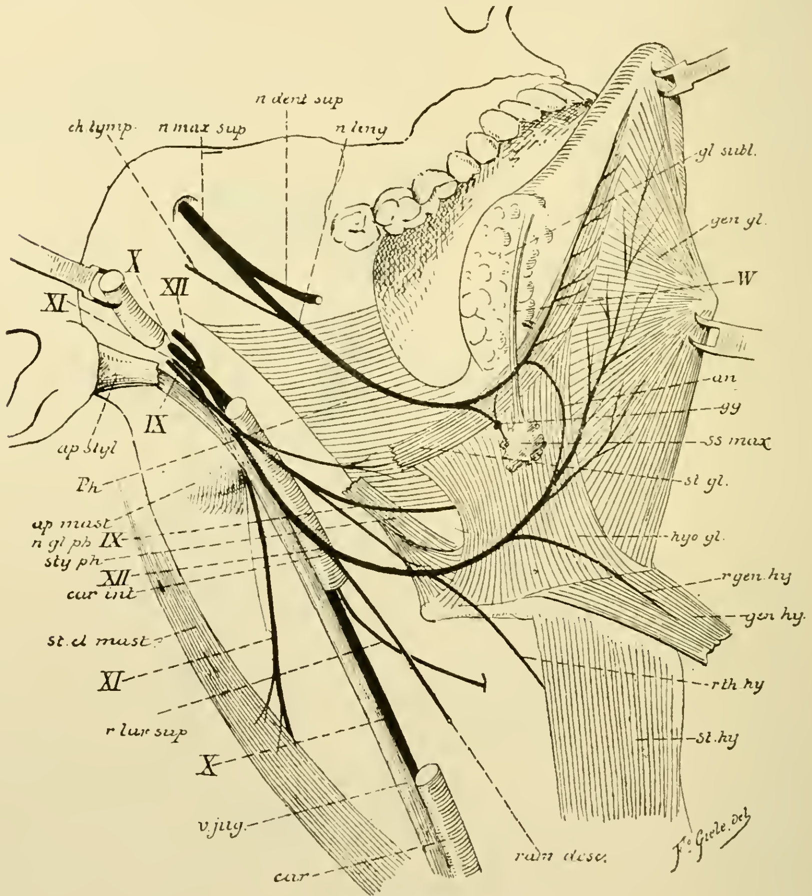


FIG. **399**.
Le trajet périphérique du nerf lingual, du nerf glosso-pharyngien et du nerf grand hypoglosse. Gr. nat. 1/2.

conduit excréteur de cette glande et avec la muqueuse qui tapisse le plancher de la cavité buccale, puis il pénètre dans la substance même de la langue en passant entre le muscle lingual et le muscle génio-glosse, FIG. **399**, et se résout en branches terminales qui vont porter la sensibilité

générale et la sensibilité gustative à la muqueuse qui recouvre la face inférieure, les bords latéraux et les deux tiers antérieurs du dos de la langue, c'est-à-dire depuis la pointe de la langue jusqu'au V lingual.

Durant ce trajet, le nerf lingual s'anastomose avec plusieurs nerfs voisins et fournit quelques branches collatérales et un grand nombre de branches terminales. Il s'anastomose :

a) Avec le *nerf dentaire inférieur*, un peu en dessous du ganglion otique, par un filet nerveux provenant du nerf dentaire et se dirigeant obliquement en bas et en dedans pour se réunir au nerf lingual.

b) Avec le *nerf facial*. Cette anastomose, beaucoup plus importante, se fait par l'intermédiaire de la *corde du tympan* que nous avons décrite avec le nerf facial, FIG. **398**. Cette corde du tympan amène dans le nerf lingual des *fibres sécrétoires* destinées à la glande sous-maxillaire et à la glande sublinguale, qui lui viennent directement du nerf facial, et des *fibres gustatives* dont nous avons étudié l'origine en décrivant le nerf de la septième paire et le nerf intermédiaire de WRISBERG.

c) Avec le *nerf grand hypoglosse*. Cette anastomose a lieu sur la face externe du muscle hyo-glosse, tout près de la terminaison des deux nerfs, FIG. **399**.

Branches collatérales. 1° En passant derrière la glande sous-maxillaire, le nerf lingual envoie quelques filets nerveux à un petit ganglion appelé *ganglion sous-maxillaire*.

2° A l'extrémité postérieure de la glande sublinguale, le nerf lingual fournit un *rameau sublingual*. Celui-ci se dirige en avant, longe la face externe de la glande sublinguale, en donnant à cette glande des fibres sécrétoires, et va se terminer dans la muqueuse des gencives et dans celle de la partie antérieure du plancher de la cavité buccale. Quelques auteurs décrivent sur le trajet de ce rameau un petit ganglion nerveux, appelé *ganglion sublingual*. Le rameau sublingual fournirait à ce ganglion des fibres sécrétoires et des fibres sensitives; de ce ganglion partiraient ensuite les fibres d'innervation de la glande sublinguale.

3° En dedans du muscle ptérygoïdien interne, le nerf lingual abandonne quelques filets à la muqueuse de la partie postérieure du plancher de la cavité buccale.

Branches terminales. Par ses branches terminales, le nerf lingual donne la sensibilité gustative (fibres de la corde du tympan) et la sensibilité générale (fibres du nerf trijumeau) à la muqueuse de la face inférieure,

des bords latéraux et des deux tiers antérieurs de la face dorsale de la langue.

Le ganglion otique.

Le *ganglion otique (ganglion oticum)* ou *ganglion d'Arnold* est un petit renflement ganglionnaire d'environ 4 mm. de diamètre. Il est situé dans le voisinage immédiat du trou ovale, sur la face interne du nerf maxillaire inférieur, entre ce nerf et la partie cartilagineuse de la trompe d'Eustache.

Ce ganglion présente des *branches afférentes* et des *branches efférentes.*

Branches afférentes. Les *branches afférentes* du ganglion otique sont au nombre de trois. On les désigne communément sous le nom de *racines.* On distingue une *courte racine*, une *longue racine* et une *racine ganglionnaire.*

La *courte racine* lui vient du nerf trijumeau. Elle est représentée par quelques filets nerveux qui partent de la face interne du nerf maxillaire inférieur et qui se rendent dans le ganglion otique. On ignore si ces filets nerveux conduisent à ce ganglion des fibres sensitives ou des fibres motrices.

La *longue racine* est constituée par le *nerf petit pétreux superficiel* (*n. petrosus superficialis minor*). En décrivant le nerf facial, nous avons vu que le nerf petit pétreux superficiel provient du nerf facial et qu'il reçoit le nerf petit pétreux profond venant du nerf glosso-pharyngien.

La *racine ganglionnaire* est représentée par quelques minces filets nerveux qui relient le ganglion au plexus sympathique de l'artère méningée moyenne.

Branches efférentes. Les branches qui partent du ganglion otique sont encore mal connues. On admet généralement que le ganglion otique s'anastomose avec les branches nerveuses du nerf maxillaire inférieur (amenées par le nerf du muscle ptérygoïdien interne), qui se rendent dans le muscle tenseur de la membrane du tympan *(n. tensoris palatini)* et dans le muscle péristaphylin externe ou muscle tenseur du voile du palais *(n. tensoris veli palatini).*

On ignore si le ganglion otique appartient au système nerveux cérébro-spinal ou au système nerveux sympathique. On ne connaît pas la forme de ses cellules constitutives. Peut-être devra-t-on le considérer comme un ganglion sympathique analogue au ganglion sphéno-palatin et au ganglion ophthalmique.

Le ganglion sous-maxillaire.

C'est un renflement fusiforme d'environ 3 ou 4 mm. de diamètre dont on ignore encore la signification morphologique. On le considère généralement comme un ganglion sympathique. Il est relié au nerf lingual par un certain nombre de filets nerveux qui constituent ce qu'on est convenu d'appeler la *racine motrice* et la *racine sensitive*, FIG. **400**. Les fibres de la racine motrice lui viennent du nerf facial par la corde du tympan déjà fusionnée à ce niveau avec le nerf lingual. Cette corde du tympan lui fournit des fibres sécrétoires. Les fibres de la racine sensitive lui viennent du nerf trijumeau par le nerf lingual lui-même. Enfin ce ganglion sous-

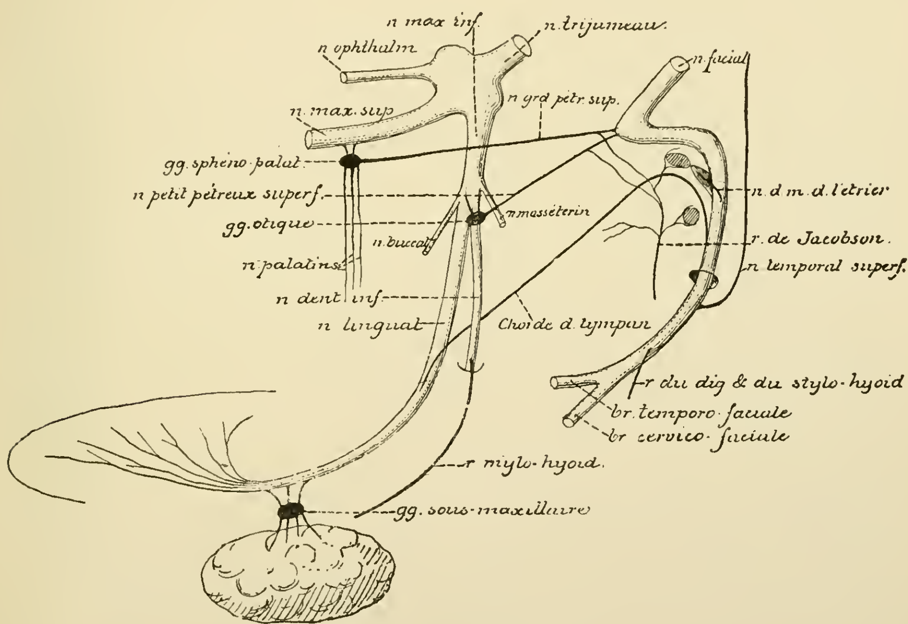


FIG. **400**.
Schéma montrant les anastomoses qui se font entre le nerf trijumeau, le nerf facial et le nerf glosso-pharygien,

maxillaire reçoit encore quelques filets du plexus sympathique qui entoure l'artère faciale. Ils constituent sa *racine ganglionnaire*.

Du ganglion sous-maxillaire partent des filets nerveux qui pénètrent dans la substance même de la glande et d'autres qui accompagnent son conduit excréteur ou conduit de WHARTON.

Littérature

v. Lenhossek : *Ueber das Ganglion spheno-palatinum und den Bau der sympathischen Ganglien.* Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane. Wiesbaden, 1894.

VINGT-SEPTIÈME LEÇON

La structure interne du métencéphale *(Suite)*.

Le cervelet : Sa structure interne. — Ses connexions. — Sa circulation.

La structure interne du cervelet.

Le cervelet *(cerebellum)* forme la partie postérieure du métencéphale. C'est une partie volumineuse de l'axe cérébro-spinal occupant les fosses occipitales inférieures. Il est situé en arrière du pont de Varole, en arrière et au-dessus du myélencéphale, en dessous des lobes occipitaux du cerveau terminal dont il est séparé par la tente du cervelet, fig. 401.

Nos connaissances de l'organisation interne et des fonctions physiologiques du cervelet sont encore très incomplètes et, malgré de nombreux travaux, le cervelet est encore de nos jours, morphologiquement et physiologiquement, une des parties les plus énigmatiques de l'axe cérébro-spinal.

Les recherches de physiologie expérimentale, faites sur le cervelet dans le but de jeter quelque lumière sur ses fonctions, sont nombreuses et variées. Malheureusement les résultats qu'elles ont fournis sont tellement contradictoires, qu'en 1879 Eckhardt a pu dire, non sans raison, que « depuis Flourens (1820) le matériel s'est tellement accumulé et est devenu à ce point contradictoire qu'on souhaiterait volontiers ne rien savoir du tout ».

Avant l'application de la méthode de Golgi à l'étude de l'organisation interne du cervelet, on pouvait en dire autant au point de vue histologique.

Il semble néanmoins résulter des nombreuses expériences entreprises, dans ces dernières années, par Luciani, Russell, Ferrier, Turner et d'autres encore, qu'après l'ablation de parties cérébelleuses assez grandes, les mouvements deviennent incertains; cependant, dans ces cas, l'influence de la volonté sur chaque muscle en particulier paraît conservée intacte.

D'où l'on conclut généralement que le cervelet est un organe qui sert de centre pour la coordination des mouvements. Tous nos mouvements seraient régularisés, coordonnés par le cervelet.

Cette action de coordination, que le cervelet exerce sur nos mouvements, constitue ce que Luciani appelle l'action *statique-équilibratrice* exercée par le cervelet sur le système nerveux central, action qui assure dans les éléments en action le rythme et la continuité. A la suite de lésions cérébelleuses importantes ou à la suite de l'extirpation de parties volumineuses du cervelet, cette action statique-équilibratrice fait défaut. On observe alors de la titubation ou de l'incoordination cérébelleuse que Luciani désigne sous le nom de *astasie.*

Outre cette action statique-équilibratrice, l'influence du cervelet sur le système nerveux central se manifesterait encore, d'après Luciani, par une action *sthénique,* qui augmente l'énergie potentielle dont disposent les appareils neuro-musculaires et par une action *tonique,* qui accroit la tension de ces appareils pendant les pauses fonctionnelles. Chez les animaux privés de la moitié du cervelet, il y a suppression de l'onde continue de renfort (influx nerveux), qui s'irradie normalemet du cervelet vers le cerveau et la moelle. Il s'ensuit que les muscles sont plus flasques du côté de la lésion *(atonie),* que la contraction musculaire a diminué d'énergie *(asthénie),* qu'enfin les mouvements ne sont plus fusionnés, ne sont plus coordonnés *(astasie).* Les lésions cérébelleuses produisent donc, d'après Luciani, l'asthénie, l'atonie et l'astasie à l'encontre des lésions cérébrales qui produisent la parésie et la paralysie.

Les auteurs anglais Ferrier et Russell admettent l'existence et le rôle de l'astasie, mais ils rejettent l'action tonique et sthénique admise par Luciani.

Les faits fournis par l'anatomie comparée semblent venir à l'appui de cette manière de voir. Le cervelet existe, plus ou moins développé, chez tous les vertébrés. Sa structure interne, pour autant qu'elle est connue, semble la même aussi bien chez les amphibiens, les reptiles et les poissons cyclostomes où le cervelet est réduit à une simple lamelle recouvrant le quatrième ventricule, que chez les poissons osseux, les oiseaux et les mammifères qui ont, en général, un cervelet fortement développé. Edinger, dans ses belles recherches d'anatomie comparée, appelle l'attention sur les faits suivants : les poissons osseux, excellents nageurs, ont un cervelet énorme comparativement à celui de certains poissons cartilagineux, tels que les Dipnoï, qui vivent tranquillement dans la vase. De même, le mince feuillet cérébelleux du lézard devient trois fois plus volumineux chez le crocodile, le seul saurien vivant dans l'eau. Ces faits semblent prouver, dit Edinger, que le cervelet intervient d'une façon quelconque dans le jeu des mouvements, puisque les animaux qui ont besoin de dispositions d'équilibre spéciales, ou mieux d'une coordination toute spéciale des mouvements (nageurs), ont le cervelet plus développé que ceux dont les mouvements sont ou plus lents ou moins complexes.

Mais ce centre de coordinatiou des mouvements n'existerait que dans le lobe médian du cervelet ; les hémisphères, en effet, manquent chez les poissons, les amphibiens et les reptiles.

Chez les oiseaux et les mammifères, les hémisphères cérébelleux existent et se mettent en rapport avec le cerveau terminal par les pédoncules

Fig. 401.

Vue d'une section médiane de l'encéphale montrant les diverses parties qui le constituent : cerveau, cervelet, protubérance annulaire, *pr*, et moelle allongée, *m. all.*
Gr. nat. 2/3.

cl. tr. : Cloison transparente.	*VI* : Quatrième ventricule.
circ. d. cc. : Circonvolution du cors calleux,	*p.c.* : Pédoncule cérébral.
t. chor. : Toile choroïdienne.	*III* : Nerf oculo-moteur commun.
s. pc. : Sillon paracentral.	*hyp.* : Hypophyse.
s. cal. m. : Sillon calloso-marginal.	*cm.* : Corps mamillaires.
sc. pari. occ. : Fissure pariéto-occipitale.	*ch.* : Chiasma des nerfs optiques.
sc. calc. : Fissure calcarine.	*lt.* : Lame terminale.
ép. : Épiphyse.	*com. g.* : Commissure grise.
str. méd. : Strie médullaire.	*com. a.* : Commissure antérieure.
t. quad. : Tubercules quadrijumeaux.	*gen.* : Genou du corps calleux.

cérébelleux moyens qui s'entrecroisent dans le mésencéphale. On ne connaît rien encore des fonctions des hémisphères du cervelet.

Tout porte à croire que le cervelet est un organe important :

1° son existence dans tout l'embranchement des vertébrés;

2° son développement considérable chez les vertébrés supérieurs;

3° surtout ses relations multiples avec les parties voisines : relations avec la moelle allongée et la moelle épinière par les pédoncules cérébelleux inférieurs; relations avec les ganglions de la base du cerveau

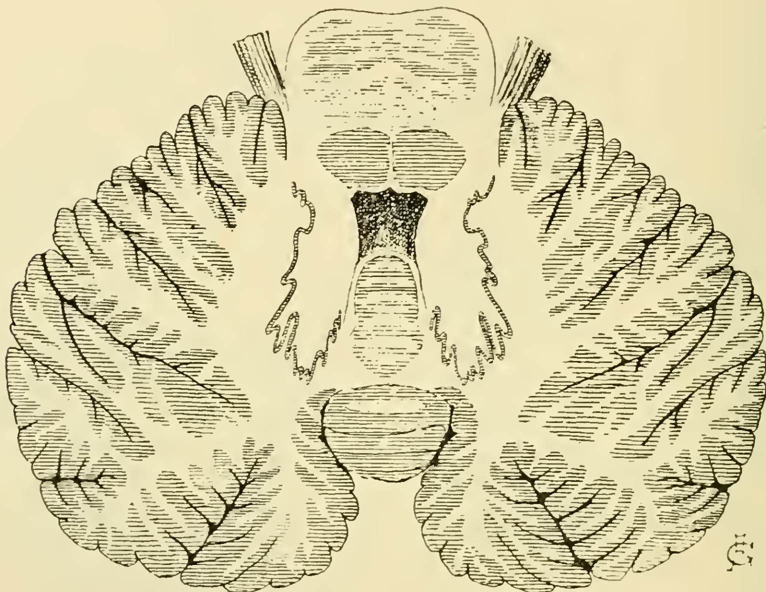


Fig. 402.
Coupe horizontale du métencéphale. Gr. nat.

par les pédoncules cérébelleux supérieurs; relations avec le cerveau terminal par les pédoncules cérébelleux moyens.

Si les fonctions du cervelet sont encore si peu connues, la cause principale en réside, sans aucun doute, dans nos connaissances toutes rudimentaires de son organisation interne.

Le cervelet, comme toutes les parties de l'axe cérébro-spinal, est formé de deux substances : la substance blanche et la substance grise, FIG. 402.

La substance grise.

La substance grise se trouve à la périphérie du cervelet où elle constitue la *couche corticale grise*; c'est une mince lamelle grise qui recouvre régulièrement toute la surface cérébelleuse en suivant tous les plis et

tous les replis qui donnent à cette surface son aspect lamelleux. Elle existe encore dans la profondeur même du cervelet, où elle forme plusieurs noyaux enclavés dans la substance blanche. Les plus importantes de ces masses grises centrales sont les *noyaux dentelés* (*nucleus dentatus*) ou *olives cérébelleuses* et les *noyaux du toit* ou *noyaux de Stilling*.

Les *noyaux dentelés* sont formés d'une mince lamelle grise repliée irrégulièrement sur elle-même et située, de chaque côté de la ligne médiane, au centre de la substance blanche de chaque hémisphère, FIG. 402.

Les *noyaux du toit* sont deux masses grises situées de chaque côté de la ligne médiane, en dedans des olives cérébelleuses, dans la partie la plus élevée du lobe médian du cervelet.

Entre chaque noyau du toit et l'olive cérébelleuse correspondante existent encore deux petits amas de substance grise qui constituent les *noyaux dentelés accessoires*.

Les *masses grises centrales* sont formées de cellules nerveuses multipolaires et d'un plexus inextricable de fines fibrilles nerveuses. On ignore encore où se terminent, d'une manière certaine, les prolongements cylindraxiles de ces cellules nerveuses de même qu'on n'a pas encore pu établir, sans conteste, l'origine des fibrilles nerveuses qui viennent s'y terminer. On a admis jusqu'ici que les fibres du pédoncule cérébelleux inférieur, qui viennent de la moelle allongée, se terminent dans l'olive cérébelleuse, tandis que les fibres qui, par ce pédoncule, arrivent de la moelle épinière (fibres du faisceau cérébelleux) se termineraient dans la masse grise des noyaux du toit. Et encore, que les fibres du pédoncule cérébelleux supérieur se terminent également, au moins en majeure partie, dans l'olive cérébelleuse.

Les recherches récentes de Cajal, sur les dégénérescences qui surviennent dans les fibres des pédoncules cérébelleux à la suite de l'extirpation de zones limitées de l'écorce cérébelleuse, tendent à prouver que les fibres des pédoncules cérébelleux supérieurs viennent directement des cellules de Purkinje et ne sont par conséquent pas en connexion avec l'olive cérébelleuse. Et, à la suite de ses recherches sur la structure du cervelet, faites au moyen de la méthode de Golgi, Cajal conclut que toutes les fibres qui viennent se terminer dans l'olive cérébelleuse et dans le ganglion du toit sont des fibres qui viennent directement de l'écorce cérébelleuse. Enfin les fibres constitutives du pédoncule cérébelleux inférieur ne se rendraient pas dans l'olive, mais se termineraient dans la couche granuleuse du cervelet où elles forment une partie des fibres mousseuses. Ce dernier

fait, nous l'avons constaté depuis longtemps dans le système nerveux central de la truite. Là, la plupart des fibres du pédoncule cérébelleux inférieur sont des fibres ascendantes; elles pénètrent dans la couche granuleuse de l'écorce cérébelleuse où elles se terminent au moyen des fibres mousseuses décrites par Cajal, Van Gehuchten et Kölliker.

De ces recherches de Cajal il semble donc résulter, contrairement à ce que la plupart des auteurs avaient crû jusqu'à présent, que les masses grises centrales du cervelet ne sont pas en connexion, ni avec les pédoncules cérébelleux inférieurs, ni avec les pédoncules cérébelleux supérieurs : la seule connexion probable est celle qui relie l'écorce cérébelleuse d'un hémisphère à l'olive cérébelleuse correspondante; cette connexion s'établit par des fibres de Purkinje qui viennent de la couche corticale du cervelet pour se terminer dans l'olive. Quant aux cellules constitutives de l'olive elle-même, les recherches de Kölliker, Cajal et Lugaro n'ont pas encore pu établir où se rendent leurs prolongements cylindraxiles.

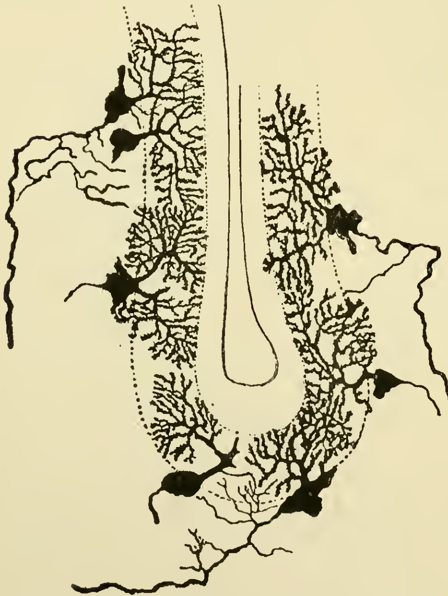


Fig. 403.
Cellules de Purkinje
du cervelet d'un enfant nouveau-né.

La *couche corticale grise* du cervelet est formée de deux couches distinctes : une couche externe, d'une teinte grisâtre, appelée généralement *couche moléculaire*, et une couche interne, d'une teinte roussâtre, connue sous le nom de *couche granuleuse*. Ces deux couches sont séparées l'une de l'autre par une série continue de cellules volumineuses décrites pour la première fois par Purkinje en 1837 et appelées *cellules de Purkinje*, fig. 403 et 404.

Nous allons décrire successivement :

1° Les cellules de Purkinje;

2° La couche granuleuse;

3° La couche moléculaire.

I. *Cellules de Purkinje.* Ce sont des cellules nerveuses volumineuses

situées à la limite de la couche granuleuse et de la couche moléculaire. Elles sont pourvues de nombreux prolongements protoplasmatiques qui tous pénètrent dans la couche moléculaire, s'y divisent et s'y subdivisent pour se terminer par des ramifications libres à la surface du cervelet. Du côté

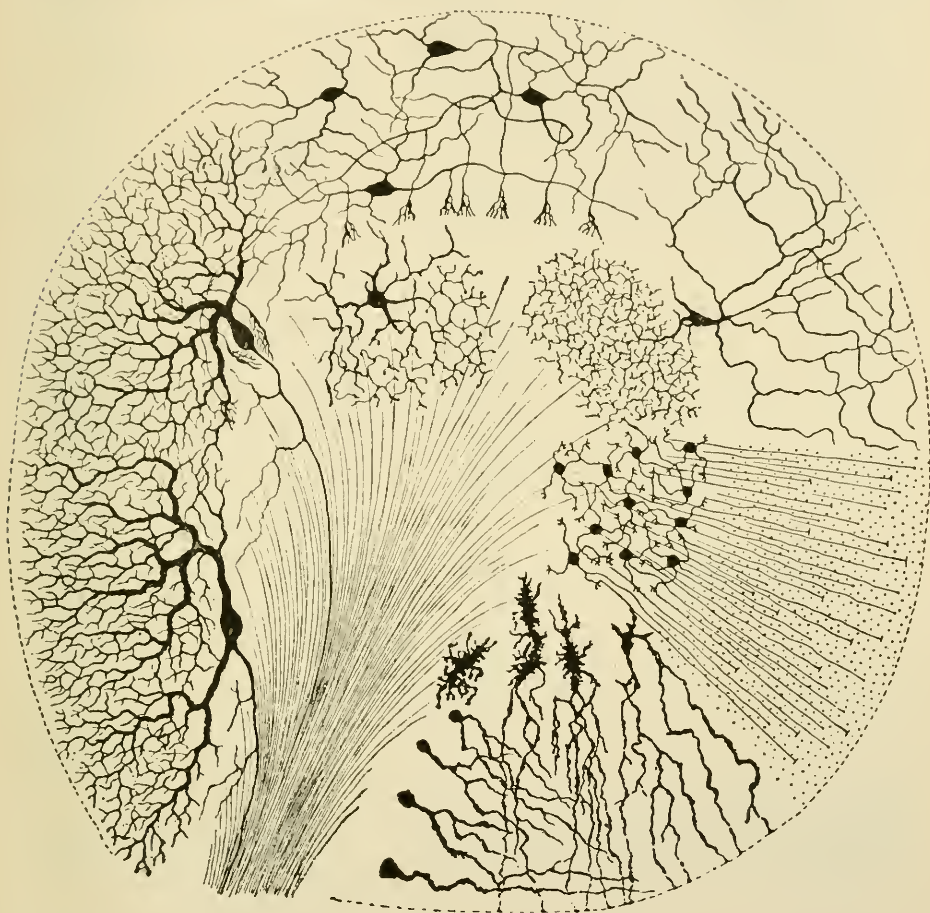


Fig. **404**.
Les différents éléments constitutifs de la couche corticale grise du cervelet,

de la couche granuleuse, chaque cellule de Purkinje émet un prolongement cylindraxile qui traverse cette couche et va devenir le cylindre-axe d'une fibre constitutive de la substance blanche. Golgi a montré qu'en traversant la couche granuleuse, ce prolongement cylindraxile émet quelques branches collatérales qui retournent dans la couche moléculaire où elles se terminent librement, fig. **403** et **404**.

II. *La couche granuleuse*. La couche interne de l'écorce cérébelleuse

est décrite généralement comme formée de petites cellules à noyau volumineux et à corps cellulaire peu développé pourvu de deux prolongements courts et grêles. Ces petites cellules, appelées aussi *grains,* donnent, sur des coupes colorées au carmin, un aspect granuleux caractéristique à toute la moitié interne de l'écorce grise du cervelet. C'est pour ce motif que GERLACH l'avait désignée sous le nom de *couche granuleuse.* On a longtemps discuté sur la nature de ces grains que les uns considéraient comme des éléments conjonctifs, les autres comme des corpuscules lymphatiques, d'autres encore comme des éléments particuliers appartenant à un tissu spécial propre au système nerveux.

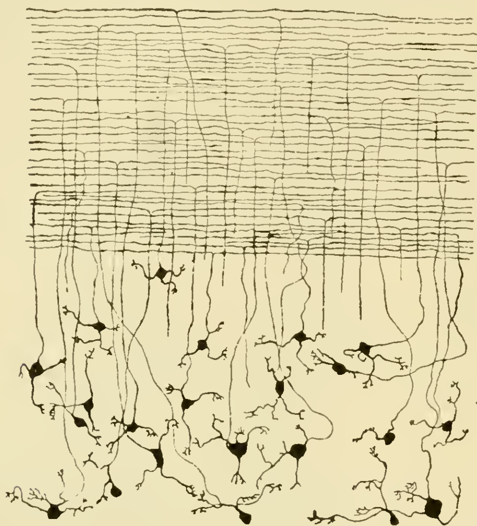


FIG. **405.**
Les grains de la couche granuleuse. (Coupe parallèle aux lamelles du cervelet.)

Les recherches faites avec la méthode de GOLGI (GOLGI, RAMON Y CAJAL, KÖLLIKER, VAN GEHUCHTEN, RETZIUS) ont révélé la véritable nature des éléments constitutifs de la couche granuleuse. Ces éléments appartiennent à trois espèces de cellules ayant des caractères nettement distincts :

1° Les grains ou petites cellules de la couche granuleuse ;

2° Les grandes cellules de la couche granuleuse ;

3° Les cellules de neuroglie.



FIG. **406.**
Les grains de la couche granuleuse. (Coupe perpendiculaire aux lamelles du cervelet).

Les grains ou petites cellules de la couche granuleuse, FIG. **405** et **406**. Chacun des grains de la couche granuleuse est formé d'un petit corps polyédrique, des angles duquel partent des prolongements protoplasmatiques. Ceux-ci sont généralement au nombre de quatre ou de cinq. Ils ont une longueur variable et se terminent par une petite touffe

de trois ou quatre branches courtes et épaisses. Le prolongement cylindraxile est beaucoup plus grêle que les prolongements protoplasmatiques. Il naît le plus souvent, à quelque distance du corps cellulaire, de l'un ou de l'autre des prolongements protoplasmatiques ; quelquefois cependant il provient du corps cellulaire lui-même. Il se dirige alors vers la couche moléculaire en suivant un trajet plus ou moins ondulé et, arrivé dans cette couche, il se bifurque en deux branches terminales qui courent parallèlement à la direction des lamelles du cervelet. Dans toute l'épaisseur de la couche moléculaire, on trouve ces *fibres parallèles*, de telle sorte que, sur une coupe antéro-postérieure du cervelet, FIG. **406**, toute la couche externe grise est criblée de points noirs, sections des branches terminales du prolongement cylindraxile des grains. Sur des coupes frontales, au contraire, ces fibres se montrent suivant leur longueur et la couche moléculaire apparaît doublement striée, FIG. **405** : on y voit des fibres horizontales qui représentent les branches terminales du prolongement cylindraxile, et des fibres verticales, perpendiculaires aux premières, représentant

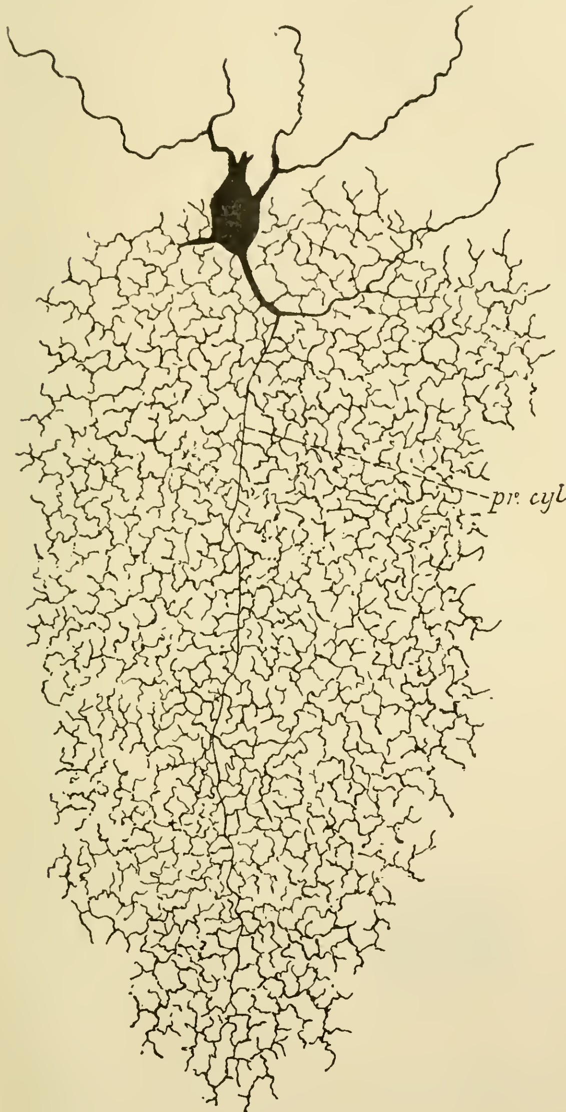


FIG. **407**.
Cellule nerveuse à cylindre-axe court de la couche granuleuse du cervelet d'un chat âgé de huit jours.

la partie des mêmes prolongements cylindraxiles comprise entre les grains et leur point de division en branches terminales, FIG. 405. Toutes ces fibres horizontales semblent se terminer librement dans l'épaisseur de la couche moléculaire.

Les grandes cellules de la couche granuleuse. Elles ont été décrites pour la première fois par GOLGI. Ce sont des cellules volumineuses pourvues de nombreux prolongements protoplasmatiques, qui se divisent et se subdivisent pour se terminer librement soit dans la couche granuleuse elle-même, soit dans la couche moléculaire. Le prolongement cylindraxile pénètre plus profondément dans la couche granuleuse, s'y divise et s'y subdivise un nombre considérable de fois, de façon à donner naissance, par toutes ces branches de division entrelacées, à un plexus inextricable occupant une grande étendue de la couche granuleuse, FIG. 407. On ignore encore quelle peut être la signification physiologique de ces grandes cellules. Par la façon dont se comporte le prolongement cylindraxile, elles rentrent dans le groupe des *cellules sensitives* de GOLGI, *cellules à cylindre-axe court* de RAMON Y CAJAL, KÖLLIKER, VAN GEHUCHTEN, v. LENHOSSEK et RETZIUS. On peut les considérer, avec CAJAL, comme des *cellules d'association* ayant pour fonction d'agir, à la fois, sur un nombre considérable de petites cellules de la couche ganuleuse.



FIG. 408.
Cellules de neuroglie de l'écorce grise du cervelet.

Les cellules de neuroglie. On trouve dans la couche granuleuse du cervelet deux espèces de cellules de neuroglie. Les unes, petites, sont pourvues d'un grand nombre de prolongements courts et grêles rayonnant dans tous les sens autour de la cellule dont ils proviennent. Les

autres, beaucoup plus volumineuses, ont un corps cellulaire irrégulier; elles émettent, dans la couche granuleuse, quelques petits prolongements gros et courts; mais du côté de la couche moléculaire, elles sont pourvues de prolongements plus volumineux et plus longs qui traversent toute

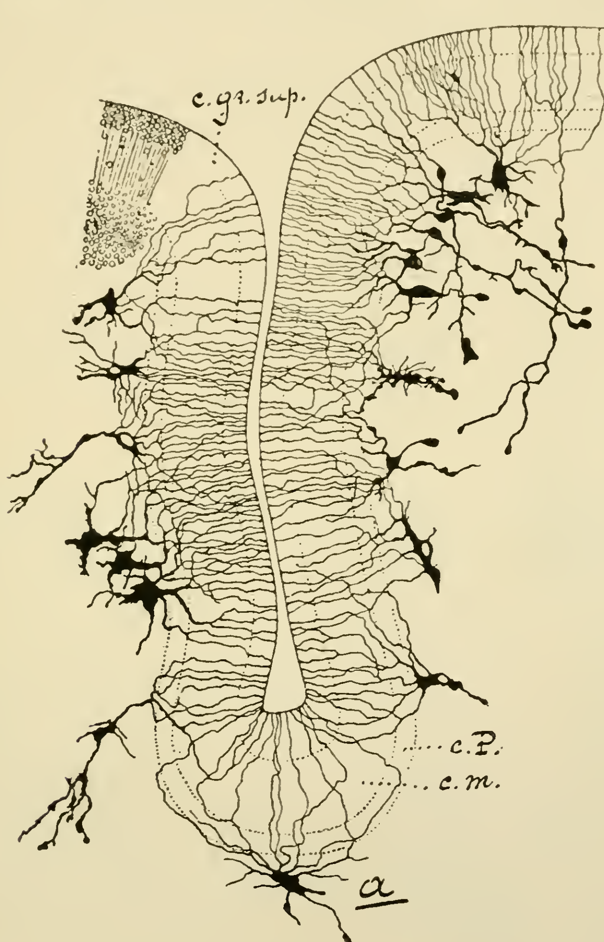


Fig. 409.
Cellules de neuroglie de l'écorce cérébelleuse d'un enfant nouveau-né.
c.P. : Zone des cellules de Purkinje.
c.m. : Couche moléculaire.
c.gr.sup. : Couche des grains superficiels.

l'épaisseur de cette couche pour se terminer, près de la pie-mère enveloppante, par un petit épaississement triangulaire, fig. 408 et 409.

III. *La couche moléculaire.* La couche moléculaire est riche en cellules

qui ont été décrites pour la première fois d'une façon exacte par Ramon y Cajal et dont l'existence a été confirmée par Kölliker, Van Gehuchten et Retzius. Ces éléments occupent surtout les deux tiers internes de la couche. Le corps cellulaire est pourvu de nombreux prolongements protoplasmatiques qui se terminent librement dans la couche moléculaire. Le prolongement cylindraxile de ces cellules nerveuses traverse la couche suivant une direction antéro-postérieure, perpendiculaire à la direction des fibres parallèles qui dépendent des petites cellules de la couche granuleuse. D'une longueur variable, il émet sur son trajet des branches collatérales qui descendent verticalement en bas et se terminent par une

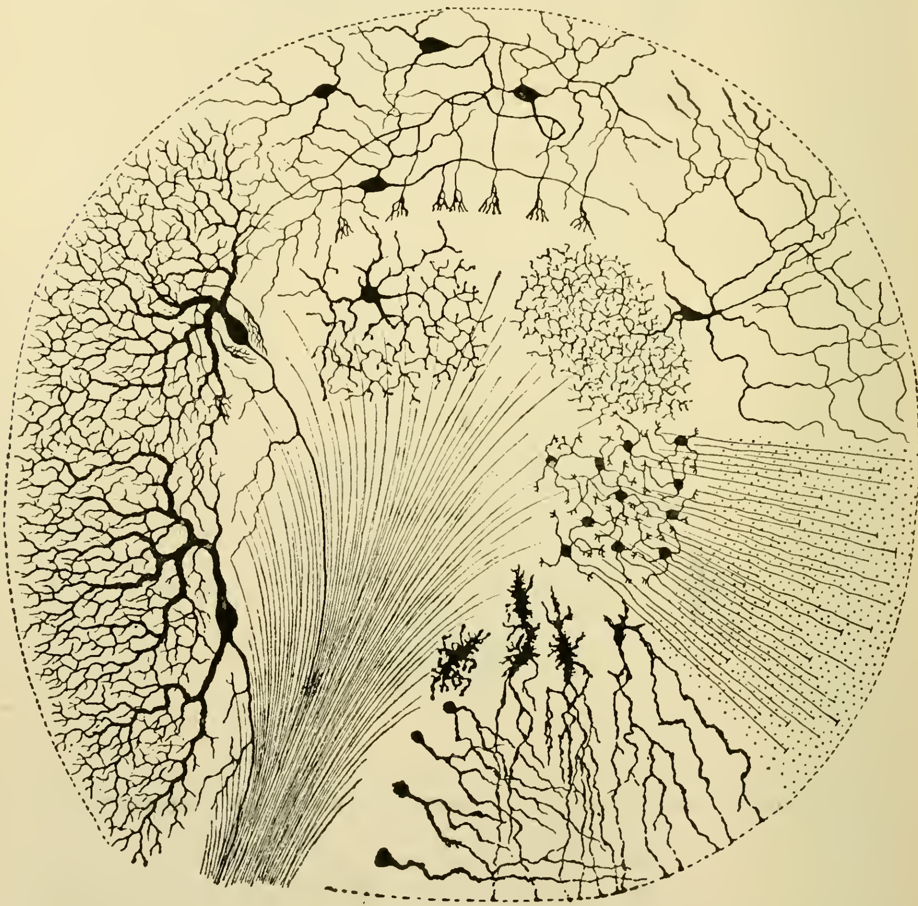


Fig. 410.

Les différents éléments constitutifs de la couche corticale grise du cervelet,

touffe de branches libres autour du corps des cellules de Purkinje, puis se recourbe lui-même en bas et se termine comme une de ses branches collatérales, fig. 410.

En dehors de ces cellules nerveuses, on trouve encore, dans la couche moléculaire, les branches verticales et les fibres parallèles qui représentent les prolongements cylindraxiles des petites cellules de la couche granuleuse, les ramifications protoplasmatiques des cellules de Purkinje et les ramifications des cellules de neuroglie de la couche granuleuse, fig. 409.

En décrivant les fibres de la substance blanche, nous verrons qu'un grand nombre d'entre elles viennent encore s'y terminer par des ramifications libres.

La couche corticale grise du cervelet a donc une structure excessivement complexe. Pour mieux la faire ressortir par une vue d'ensemble, nous avons réuni dans une même figure tous les éléments constituants de la couche grise cérébelleuse, fig. 410. Malheureusement, on ignore encore pour le moment les fonctions qu'il faut attribuer à la plupart de ces éléments nerveux.

La substance blanche.

La substance blanche du cervelet est formée de fibres nerveuses dont les unes appartiennent en propre au cervelet et dont les autres forment trois paires de faisceaux volumineux, appelés pédoncules cérébelleux, servant à relier le cervelet aux parties voisines de l'axe cérébro-spinal.

Nous avons vu que les *pédoncules cérébelleux inférieurs* commencent à la partie moyenne de la moelle allongée.

Ils sont formés à la fois de fibres ascendantes ou centripètes et de fibres descendantes ou centrifuges.

Les fibres ascendantes viennent, en partie, de la moelle épinière : fibres du faisceau cérébelleux du cordon latéral ; en partie aussi du myélencéphale : fibres venant des noyaux des faisceaux de Goll et de Burdach du même côté et du côté opposé et de l'olive bulbaire du côté opposé. On a cru pendant longtemps que les fibres du faisceau cérébelleux allaient se terminer dans le *noyau du toit* ou *noyau de Stilling*, tandis que toutes les autres fibres de ce pédoncule se rendaient dans les olives cérébelleuses, fig. 411.

Il résulte des recherches recentes de Cajal, que les fibres du pédoncule cérébelleux inférieur restent indépendantes de l'olive cérébelleuse et du noyau du toit. Ces fibres pénètrent dans la couche granuleuse de l'écorce cérébelleuse de l'hémisphère correspondant et de l'hémisphère opposé et y deviennent les *fibres mousseuses* décrites depuis longtemps, se terminant par des ramifications libres entre les cellules de la couche granuleuse et entre les corps des cellules de Purkinje. Les recherches que nous avons faites sur le système

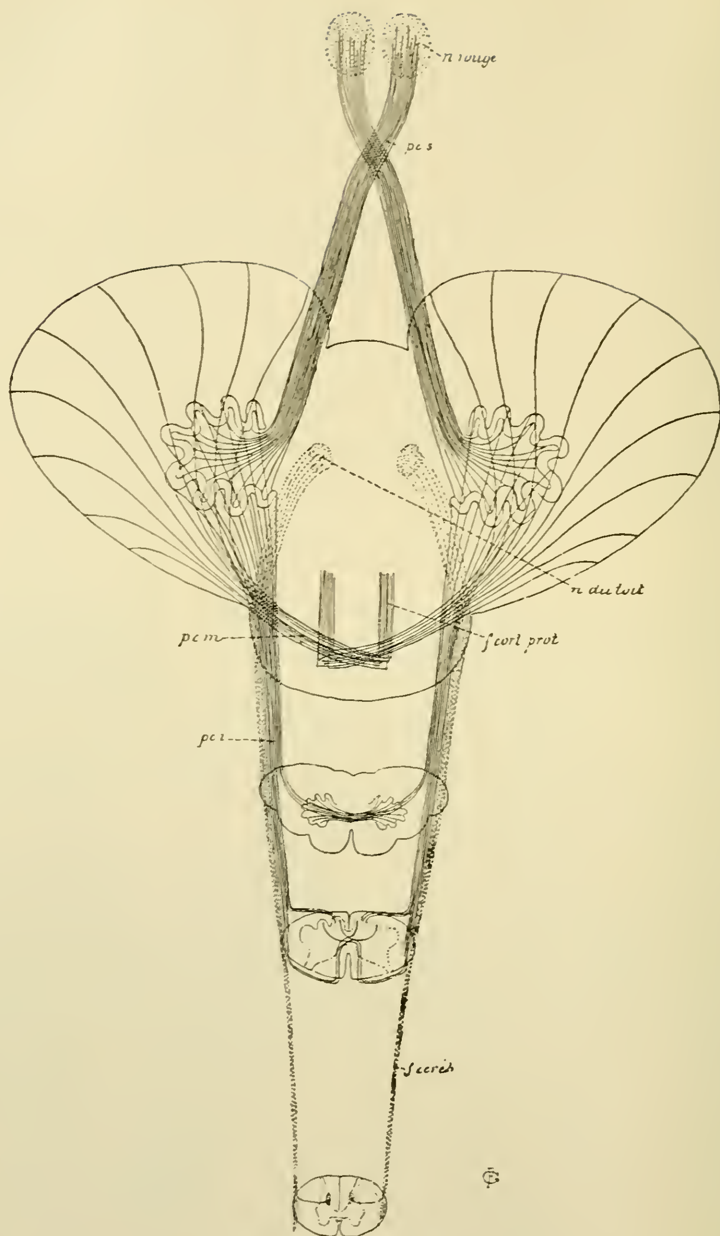


Fig. 411.

Schéma montrant le mode de constitution des pédoncules cérébelleux.

f. céréb. : Faisceau cérébelleux.
pci : Pédoncules cérébell. infér.
pcm : Pédoncules cérébell. moyens

f. cort. prot. : Faisceaux cortico-protubérantiels.
pcs. : Pédoncules cérébelleux sup.

nerveux de la truite nous ont appris, depuis longtemps déjà, que cette manière de voir est l'expression de la réalité.

Les fibres ascendantes des pédoncules cérébelleux inférieurs se terminent donc dans l'écorce cérébelleuse.

Les pédoncules cérébelleux inférieurs renferment encore des fibres descendantes, centrifuges.

Depuis longtemps déjà Marchi a montré que, après l'extirpation de parties plus ou moins volumineuses du cervelet, on observait des fibres en dégénérescence dans le pédoncule cérébelleux inférieur et dans la partie antérieure du cordon latéral de la moelle. Thomas a observé le même fait à la suite de lésions pathologiques. Ils ont conclu de ces faits à l'existence de fibres cérébello-spinales ayant leurs cellules d'origine dans les cellules de Purkinje du cervelet, descendant par le pédoncule cérébelleux inférieur dans la partie antérieure du cordon latéral de la moelle pour se terminer dans la substance grise de la corne antérieure. Ces fibres cérébello-spinales relieraient ainsi l'écorce du cervelet aux cellules d'origine des nerfs moteurs périphériques et expliqueraient ce fait physiologique bien connu : l'influence que le cervelet exerce sur la coordination des mouvements.

Cajal, dans ses recherches expérimentales faites sur des cobayes, a observé également, après l'extirpation d'un certain nombre de lamelles cérébelleuses, de nombreuses fibres en dégénérescence dans le pédoncule cérébelleux inférieur. Il croit que ces fibres se rendent dans l'olive bulbaire du côté opposé.

Pour Kölliker, au contraire, les fibres descendantes viennent des cellules de Purkinje et se rendent dans l'olive bulbaire du même côté. De cette olive partiraient alors d'autres fibres nerveuses descendant dans le cordon latéral de la moitié opposée de la moelle et allant se mettre en connexion avec les cellules de la corne antérieure.

Ferrier, Turner et Russell combattent l'existence de fibres directes reliant l'écorce cérébelleuse aux cellules de la corne antérieure de la moelle épinière. Après l'ablation d'un hémisphère cérébelleux, ils ont observé cependant des fibres en dégérescence dans le pédoncule cérébelleux inférieur et ont même pu poursuivre quelques-unes de ces fibres jusque dans la moelle cervicale.

De toutes ces recherches il résulte donc, à l'évidence, qu'il existe une voie descendante, ou cérébello-spinale, reliant l'écorce cérébelleuse aux noyaux d'origine des nerfs moteurs dépendant de la moelle épinière. Pour Kölliker et Cajal cette voie cérébello-spinale est formée de deux neurones : un neurone cérébello-olivaire et un neurone olivo-spinal. Pour Marchi,

Thomas et d'autres, cette voie n'est formée que par un seul neurone : des cellules de Purkinje dont les prolongements cylindraxiles pénètrent directement dans la partie antérieure du cordon latéral. Les recherches que nous avons faites sur le système nerveux central de la truite nous font partager cette dernière manière de voir.

Cette voie cérébello-spinale est, avant tout, une *voie directe* : elle relie l'hémisphère cérébelleux aux cellules de la corne antérieure de la moitié correspondante de la moelle.

Les *pédoncules cérébelleux moyens* renferment deux espèces de fibres nerveuses différentes l'une de l'autre par l'époque à laquelle elles développent leur gaine de myéline.

Les fibres proximales représentent des fibres ponto-cérébelleuses ; elles ont leurs cellules d'origine dans les noyaux du pont et se terminent, par des ramifications libres, en majeure partie dans l'écorce cérébelleuse du côté opposé, *fibres croisées* ; en petite partie ausssi dans l'écorce cérébelleuse du même côté, *fibres homolatérales*.

Nous verrons plus tard que des fibres cortico-protubérantielles relient l'écorce grise d'un hémisphère cérébral aux noyaux du pont de la moitié correspondante de l'axe nerveux. De telle sorte que ces fibres cortico-protubérantielles directes avec les fibres ponto-cérébelleuses croisées constituent une voie cortico-ponto-cérébelleuse, voie croisée, unissant l'hémisphère cérébral d'un côté à l'hémisphère cérébelleux du côté opposé.

Les fibres distales sont encore des fibres cérébello- spinales. Ce sont des fibres centrifuges ayant leurs cellules d'origine dans les cellules de Purkinje. Elles passent dans le pont de Varole, croisent la ligne médiane, puis descendent dans le cordon latéral de la moelle pour s'y mettre en connexion avec les cellules des cornes antérieures (Cajal).

Les *pédoncules cérébelleux supérieurs*. Les fibres constitutives de ces pédoncules sortent de l'olive cérébelleuse, montent sur la face postérieure de la protubérance annulaire en se rapprochant insensiblement de la ligne médiane, puis disparaissent sous les éminences postérieures des tubercules quadrijumeaux. Elles s'entrecroisent alors sur la ligne médiane au-devant de l'aqueduc de Sylvius, entre le faisceau longitudinal postérieur et la couche des fibres sensitives, pour se mettre en connexion avec le noyau rouge et avec les couches optiques. On ignore encore, d'une manière certaine, où ces fibres ont leur origine et leur terminaison. Mahaim, à la suite de ses recherches expérimentales sur les pédoncules cérébelleux supérieurs, a formulé la conclusion que les fibres de ces pédoncules ont leur origine dans le noyau rouge et qu'elles se terminent dans le corps denté et dans

l'hémisphère cérébelleux. D'après les recherches récentes de Marchi, Mingazzini et Cajal au contraire, les fibres des pédoncules cérébelleux supérieurs dégénèrent presque totalement à la suite de l'extirpation de l'écorce cérébelleuse. Ils en concluent que ces fibres sont des fibres ascendantes, centripètes et qu'elles ont, en majeure partie, leurs cellules d'origine dans les cellules de Purkinje.

D'après Edinger, on trouverait encore, dans la substance blanche du cervelet un faisceau de fibres nerveuses venant des noyaux olivaires accessoires et descendant le long de la partie interne des pédoncules cérébelleux inférieurs jusqu'au niveau de la clava dans la moelle allongée. Ce faisceau diminuerait de volume de haut en bas, parce qu'il abandonne des fibres nerveuses aux masses grises qui constituent les noyaux sensitifs terminaux du nerf trijumeau, du nerf acoustique et probablement aussi du nerf glosso-pharyngien et du nerf pneumo-gastrique. Edinger lui donne le nom de *voie sensitive directe du cervelet.* Nous ne pensons pas que ce faisceau nerveux soit formé de fibres partant de l'olive accessoire pour se rendre dans les noyaux terminaux des nerfs sensitifs craniens. Nous croyons plutôt qu'il est constitué par des branches ascendantes qui proviennent de la bifurcation des fibres sensitives à leur entrée dans le tronc cérébral et qui, au lieu de constituer une racine ascendante, prennent la direction horizontale et pénètrent dans le cervelet.

D'après les recherches de Cajal, les branches ascendantes, qui proviennent de la bifurcation des fibres constitutives du nerf vestibulaire, se réunissent en un petit faisceau des fibres nerveuses qui traverse le noyau de Bechterew en lui envoyant de nombreuses collatérales pour se terminer entre les cellules constitutives du noyau du toit. Ce faisceau *acoustico-cérébelleux* relie donc le nerf vestibulaire au cervelet.

En dehors de ces fibres nerveuses qui relient le cervelet aux autres parties de l'axe cérébro-spinal et que l'on pourrait considérer comme des *fibres de projection* du cervelet, on admet encore l'existence, dans le cervelet, de fibres qui lui appartiennent en propre :

1° des *fibres commissurales* qui vont d'un hémisphère cérébelleux à l'autre en passant au-dessus des noyaux du toit, et

2° des *fibres d'association* qui relient entre eux des points plus ou moins éloignés de l'écorce grise d'un même hémisphère.

Quand on étudie, avec la méthode de Golgi, les éléments constitutifs de la substance blanche du cervelet, on y trouve deux espèces de fibres nerveuses décrites par Ramon y Cajal, Kölliker, nous-même et Retzius.

1° Des fibres qui ont leurs cellules d'origine dans la couche corticale grise du cervelet; elles représentent les prolongements cylindraxiles des cellules de Purkinje.

Ces fibres de PURKINJE se rendent :

1) Dans le pédoncule cérébelleux inférieur et par là dans la moelle épinière soit directement (MARCHI, THOMAS, VAN GEHUCHTEN), soit indirectement en passant par l'olive bulbaire (KÖLLIKER, CAJAL). Ces fibres représentent une voie cérébello-spinale qui est avant tout une voie directe;

2) Dans la partie inférieure du pédoncule cérébelleux moyen et du pont de VAROLE. Après entrecroisement, ces fibres se recourbent pour devenir longitudinales et se mettre en connexion avec les cellules d'origine des nerfs moteurs (CAJAL).



FIG. **412.**

Quelques fibres mousseuses de la substance blanche du cervelet.

3) Dans le pédoncule cérébelleux supérieur pour se terminer dans le noyau rouge et la couche optique du côté opposé (CAJAL).

4) Dans l'olive cérébelleuse et le noyau du toit (CAJAL).

D'après KÖLLIKER, les fibres de PURKINJE qui pénètrent dans les pédoncules cérébelleux inférieurs et moyens se termineraient dans l'olive bulbaire et dans les noyaux du pont.

2° Des fibres qui se terminent, par des ramifications libres, dans la couche corticale grise du cervelet. Ces fibres appartiennent à deux types : les unes se terminent dans la couche granuleuse et les autres dans la couche moléculaire. Les premières, arrivées dans la couche granuleuse,

se bifurquent fréquemment et présentent, soit au niveau des points de division, soit à un point quelconque de leur trajet, soit à leur terminaison, une touffe de branches plus grêles se terminant librement dans la couche granuleuse, FIG. 412. A cause de leur aspect particulier, RAMON Y CAJAL leur a donné le nom de *fibres mousseuses*. On ne sait pas de quelles cellules proviennent toutes ces fibres nerveuses. Ce qui est certain, c'est qu'un



FIG. 413.
Les différentes fibres nerveuses qui constituent la substance blanche du cervelet.

grand nombre d'entre elles représentent les ramifications terminales des fibres constitutives des pédoncules cérébelleux inférieurs (CAJAL, VAN GEHUCHTEN).

Les fibres du second type se terminent dans la couche moléculaire. Elles viennent de la substance blanche, traversent la couche granuleuse, pénètrent dans la couche moléculaire et s'y terminent par un grand

nombre de branches qui viennent se mettre en contact avec les prolongements protoplasmatiques des cellules de Purkinje, fig. 413. On ignore également où ces fibres ont leurs cellules d'origine. D'après Cajal, un certain nombre de ces fibres nerveuses proviendraient aussi des pédoncules cérébelleux inférieurs.

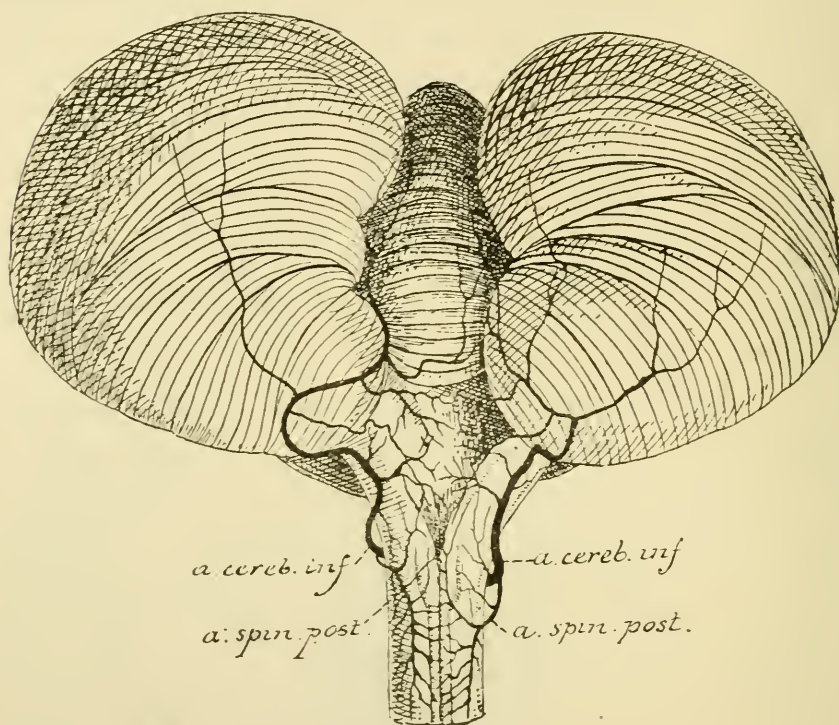


Fig. 414.
Les artères de la face postérieure de la moelle allongée (d'après Duret).

Pour donner une idée de la disposition relative de ces trois espèces de fibres nerveuses de la substance blanche, nous les avons réunies dans la fig. 413.

En dehors de ces fibres nerveuses, il existe encore, dans toute l'épaisseur de la substance blanche, de nombreuses cellules de neuroglie remarquables par leurs prolongements longs et grêles.

La circulation du cervelet.

Le cervelet reçoit le sang artériel de trois paires de branches volumineuses : les *artères cérébelleuses supérieures* et les *artères cérébelleuses*

moyennes ou *artères cérébelleuses inférieures et antérieures*, branches du tronc basilaire, FIG. **415**, et les *artères cérébelleuse inférieures et postérieures* qui proviennent des artères vertébrales, FIG. **414**.

Chaque *artère cérébelleuse inférieure* ou *artère cérébelleuse inférieure et postérieure* (*a. cerebelli inferior posterior*) naît de l'artère vertébrale correspondante vers la partie inférieure de la moelle allongée. Elle contourne cet organe en arrière et en dedans, gagne la face inférieure du cervelet

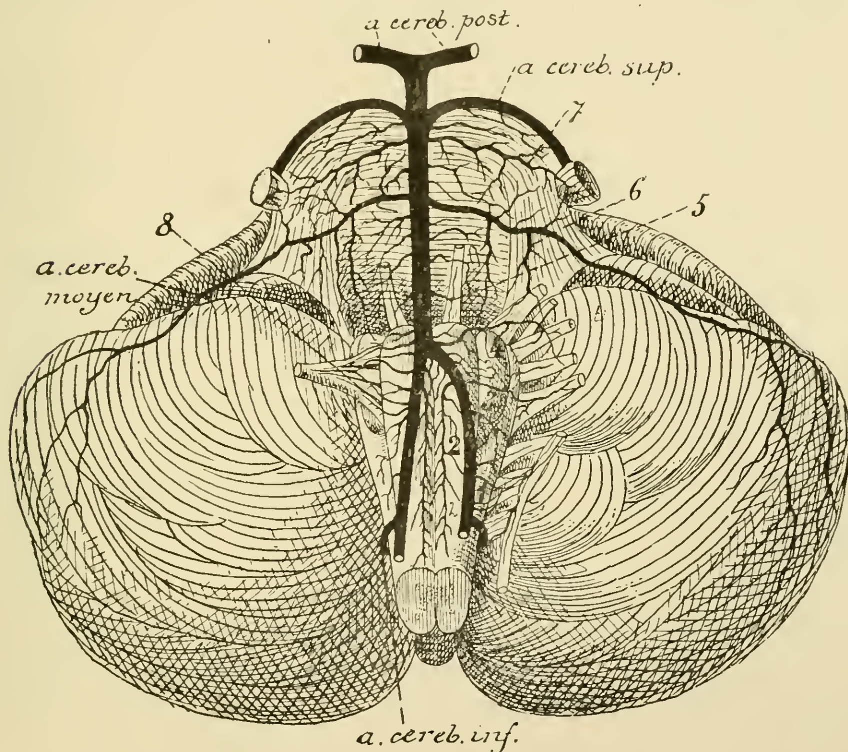


FIG. **415**.

Les artères de la face antérieure de la moelle allongée et de la protubérance annulaire (d'après DURET).

1. Artères radiculaires du nerf accessoire de WILLIS.
2. Artères spinales antérieures.
3. Artères radiculaires du nerf pneumogastrique.
4. Artères radiculaires du nerf glossopharyngien.
5. Artères radiculaires du nerf oculomoteur externe.
6. Artères radiculaires du nerf facial et du nerf acoustique.
7. Artères radiculaires du trijumeau.
8. Artères radiculaires du nerf hypoglosse.

et se divise en deux rameaux : l'interne se ramifie sur la face inférieure du lobe médian ou ver inférieur ; l'externe est destiné à la partie postérieure de la face inférieure des hémisphères cérébelleux, FIG. **414**.

L'*artère cérébelleuse moyenne*, appelée encore *artère cerébelleuses infé-*

rieure et antérieure (*a. cerebelli inferior anterior*) naît du tronc basilaire vers le milieu de la face antérieure de la protubérance annulaire ; elle se dirige horizontalement en dehors et va se distribuer à la partie antérieure de la face inférieure du cervelet.

L'*artère cérébelleuse supérieure (a. cerebelli superior)* naît du tronc basilaire un peu en dessous de la bifurcation de celui-ci en artères occipitales postérieures, FIG. 415. Elle se dirige en dehors, contourne le pédoncule et va se ramifier sur la face supérieure du cervelet.

Toutes ces artères se ramifient abondamment et s'anastomosent les unes avec les autres, de manière à former un réseau artériel très serré dans la pie-mère qui recouvre la face externe du cervelet. Les artères cérébelleuses supérieures s'anastomosent également avec les artères cérébrales postérieures, de même que les artères cérébelleuses inférieures s'anastomosent avec les artères bu bulbe.

De ce réseau artériel s'échappe une multitude de fines artérioles qui pénètrent verticalement dans l'épaisseur du cervelet et se résolvent en réseau capillaire entre les éléments constitutifs de la substance blanche et de la substance grise. Ce réseau est plus serré dans la substance grise que dans la substance blanche.

Circulation veineuse. Les veines cérébelleuses ne suivent pas le trajet des artères. On les divise, d'après leur situation, en *veines médianes* et *veines latérales.*

La *veine médiane supérieure* parcourt d'arrière en avant la face supérieure du lobe médian et se jette dans la *veine de Gallien.*

La *veine médiane inférieure* parcourt d'avant en arrière le ver inférieur et se jette dans le confluent des sinus, le sinus droit ou un des sinus latéraux.

Les veines latérales supérieures et inférieures naissent sur les faces correspondantes des hémisphères cérébelleux et vont se jeter dans les sinus latéraux.

Littérature.

LUCIANI, RUSSELL, FERRIER, TURNER : Voir MARINESCO : *Physiologie du cervelet et ses applications à la neuropathologie.* Semaine Médicale, 1896, p. 214. — EDINGER : *Ueber die Bedeutung des Kleinhirns in der Tierreihe.* Bericht über die Senckenberg. Gesellsch. in Frankfurt a/M. 1889. — CAJAL : *Algunas contribuciones al conocimiento*

de los ganglios del encefalo. II. Ganglios cerebelosos. VI. Conexiones distantes de las celulas de Purkinje. Anales de la Sociedad espanola de historia natural. Madrid, 1894. — LUGARO : *Sulla struttura del nucleo dentato del cervelleto nell' uomo.* Monitore Zoologico italiano, 1895. — CAJAL : *Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos. XIV. Pedunculo cerebeloso inferior.* Madrid, 1395. — KÖLLIKER : *Handbuch der Gewebelehre.* Bd. II, 1896. — GOLGI : *Recherches sur l'histologie des centres nerveux.* Archives italiennes de Biologie. 1883. — CAJAL : *Estructura de los centros nerviosos de las aves.* Revista trimestrial de histologia, 1888. — *Sobre las fibras nerviosas de la capa molecular del cerebelo.* Ibid., 1888. — *Sobre las fibras nerviosas de la capa granulosa del cerebelo.* Ibid., 1889. — *Sur l'origine et la direction des prolongations nerveuses de la couche moléculaire du cervelet.* Internat. Monatschrift. 1889. — *Sur les fibres nerveuses de la couche granuleuse du cervelet et sur l'évolution des éléments cérébelleux.* Internat. Monatschr., 1890. — KÖLLIKER : *Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems,* Erster Beitrag : *Das Kleinhirn.* Zeitschr. f. wiss. Zool., 1890. — CAJAL : *Sobre ciertos elementos bipolares del cerebelo joven.* Gaceta Sanitaria, 1890. — *A propos de certains éléments bipolaires du cervelet avec quelques détails nouveaux sur l'évolution des fibres cérébelleuses.* Internat. Monatschr., 1890. — VAN GEHUCHTEN : *La structure des centres nerveux. La moelle épinière et le cervelet.* La Cellule, 1891. — P. RAMON : *Estructura del cerebelo de los peces.* Gaceta sanitaria de Barcelona, 1890. — RETZIUS : *Die nervösen Elemente der Kleinhirnrinde.* Biologische Unters., Bd. III, 1892. — MARCHI : *Sull' origine e decorso dei peduncoli cerebellari e sui loro rapporti cogli altri centri nervosi.* Rivista sperimentale di freniatria. 1891. — MINGAZZINI : *Sulle degenerazioni consecutive alle estirpazioni emicerebellari*: Ricerche fatte nel laboratorio di anatomia normale della R. Univessita di Roma. V. IV, 1894. — THOMAS : Comptes rendus de la Société de Biologie, 1896. — MAHAIM : *Recherches sur la structure anatomique du noyau rouge et ses connexions avec le pédoncule cérébelleux supérieur.* Mémoires de l'Académie royale de Médecine de Belgique. 1894. — CAJAL : *Origen del nervio vestibular.* Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos, Madrid, 1895.

VINGT-HUITIÈME LEÇON

La structure interne de l'isthme du rhombencéphale.

La structure interne du mésencéphale.

Parties constitutives de l'isthme du rhombencéphale : Pédoncules cérébelleux supérieurs. Valvule de Vieussens. Noyau d'origine du nerf pathétique. Ganglion interpédonculaire. — Etude de deux coupes transversales du mésencéphale. — La circulation de l'isthme du rhombencéphale et du mésencéphale. — Les nerfs périphériques : Le nerf pathétique. Le nerf oculo-moteur commun.

La structure interne de l'isthme du rhombencéphale.

Nous avons vu que l'isthme du rhombencéphale est la partie du névraxe comprise entre le métencéphale et le mésencéphale. Nettement séparé des parties voisines, pendant les premiers temps du développement embryologique, l'isthme du rhombencéphale ne présente guère, chez l'adulte, de limites précises. Il se fusionne intimement avec la partie supérieure du pont de Varole et surtout avec les parties constitutives du mésencéphale. Il est formé d'une partie dorsale assez bien délimitée : la valvule de Vieussens et les pédoncules cérébelleux supérieurs et d'une partie ventrale plus ou moins confondue avec les parties voisines et comprenant les noyaux d'origine des nerfs pathétiques et le ganglion interpédonculaire. Ces parties constitutives de l'isthme du rhombencéphale apparaissent nettement sur les coupes transversales de la partie supérieure du métencéphale que nous avons étudiées antérieurement et sur la coupe inférieure du mésencéphale que nous verrons plus tard.

Pédoncules cérébelleux supérieurs et valvule de Vieussens.

La fig. 416 reproduit une coupe transversale passant par la partie moyenne des pédoncules cérébelleux supérieurs. Ces pédoncules représentent deux faisceaux volumineux de fibres nerveuses formant la limite latérale du triangle supérieur du plancher du quatrième ventricule. Ces pédoncules sont contournés, en dehors, par les fibres de la couche latérale du ruban de Reil *(lemniscus lateralis)* formée par les fibres de la voie acoustique centrale.

En avant, nous avons le faisceau compact formant la voie sensitive centrale d'origine spinale. En arrière, en-dessous du plancher du quatrième ventricule, nous trouvons la section du faisceau longitudinal postérieur, la section de la racine supérieure ou motrice du nerf trijumeau avec la trainée des cellules vésiculeuses et le locus cœruleus.

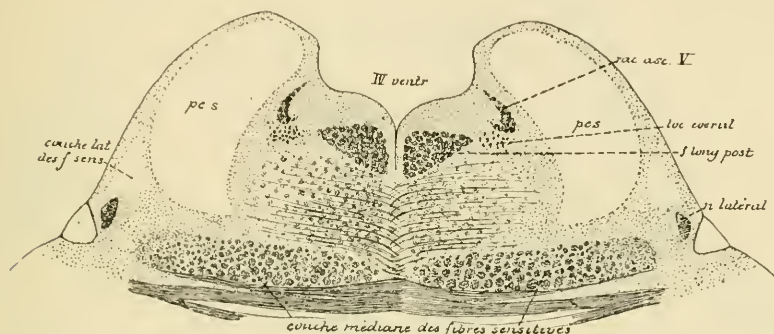


FIG. **416.**
Coupe correspondant au plan de section 5 de la FIG. **421.**

Tout le reste de la coupe, limité en dedans par le raphé, constitue la *formation réticulaire.* C'est là que se trouvent les fibres de la voie sensitive centrale en connexion avec le nerf vague, le nerf glosso-pharyngien, le nerf vestibulaire et le nerf trijumeau.

La coupe suivante, FIG. **417**, nous montre la valvule de VIEUSSENS tendue entre les deux pédoncules cérébelleux supérieurs et fermant, en arrière, l'extrémité supérieure du quatrième ventricule. Dans l'épaisseur de cette valvule s'entrecroisent les fibres radiculaires du nerf pathétique.

Les pédoncules cérébelleux supérieurs, toujours contournés, en dehors, par la couche latérale du ruban de REIL, présentent en dedans des limites peu précises. Les fibres constitutives s'inclinent en avant et en dedans et commencent à s'entrecroiser au-devant des faisceaux longitudinaux postérieurs, en arrière de la couche médiane des fibres sensitives.

La formation réticulaire, considérablement réduite, présente de chaque côté du raphé :

1° la section du faisceau longitudinal postérieur,

2° le *locus cœruleus,*

3° la section de la racine supérieure ou motrice du nerf trijumeau avec les cellules vésiculeuses voisines et

4° la section d'un petit faisceau de fibres nerveuses qui constitue la branche radiculaire descendante du nerf pathétique.

Noyau d'origine du nerf pathétique.

La FIG. **418** appartient à la fois à l'isthme du rhombencéphale et au mésencéphale. Elle passe par les éminences postérieures des tubercules quadrijumeaux. Les parties de cette coupe qui nous intéressent pour le moment sont les suivantes :

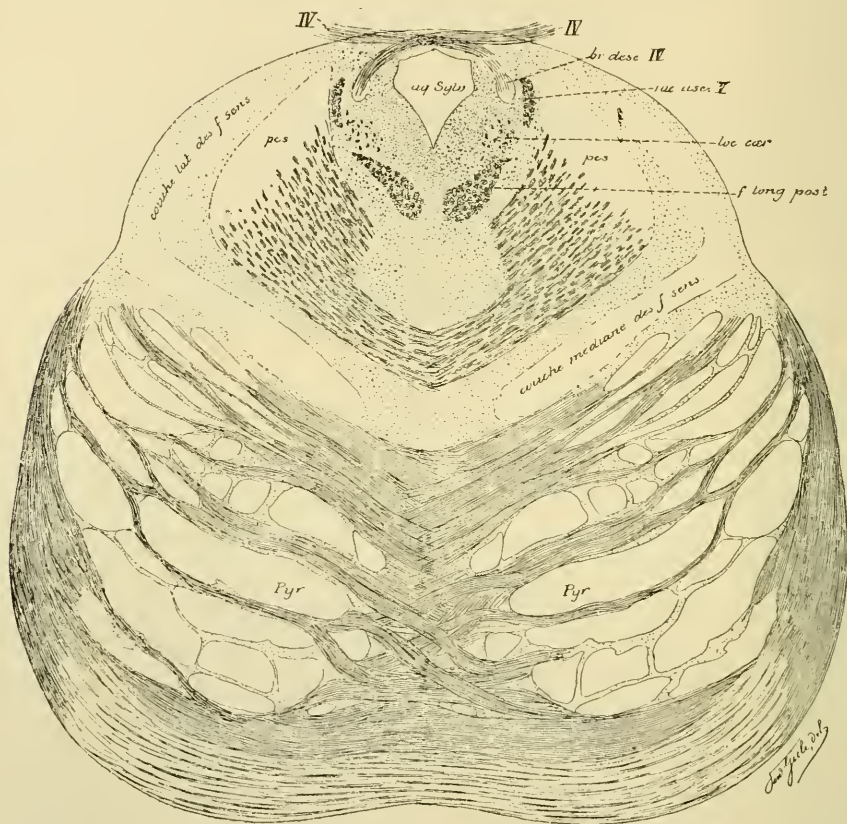


FIG. **417**.
Coupe correspondant au plan de section 6 de la FIG. **421**.

1° Les pédoncules cérébelleux supérieurs dont les fibres constitutives s'entrecroisent au-devant de l'aqueduc de SYLVIUS.

2° Le faisceau longitudinal postérieur, dont la section transversale forme un faisceau compact de fibres nerveuses immédiatement en arrière des fibres des pédoncules cérébelleux.

3° La racine motrice du nerf trijumeau située en dedans de la masse grise centrale des éminences postérieures.

4° Enfin, derrière la section du faisceau longitudinal postérieur, une

masse grise nouvelle formée de cellules nerveuses volumineuses dont les prolongements cylindraxiles se dirigent en arrière et en dehors jusqu'au niveau de la branche radiculaire descendante du pathétique. Cette masse

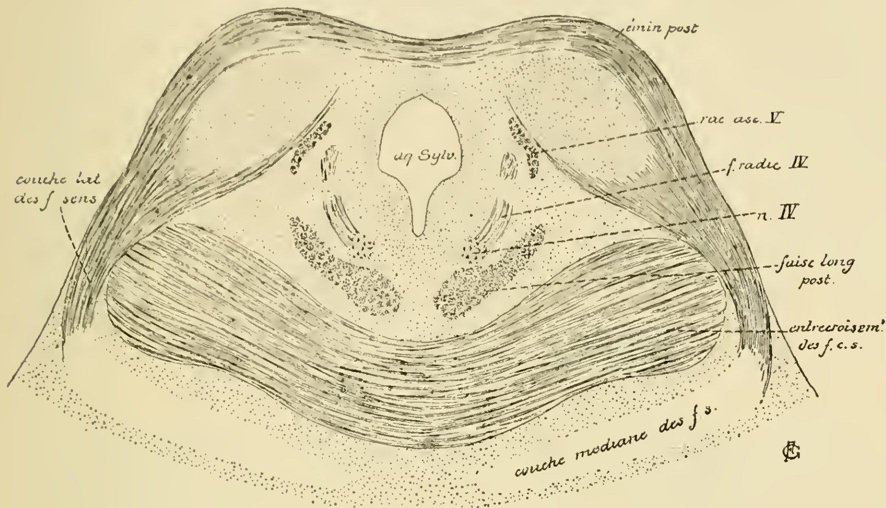


Fig. **418.**
Coupe correspondant au plan de section 7 de la fig. **421.**

grise représente le noyau d'origine du nerf de la quatrième paire. Outre les cellules nerveuses radiculaires, on trouve dans cette masse grise un entrelacement inextricable de fibrilles nerveuses dont les unes représentent

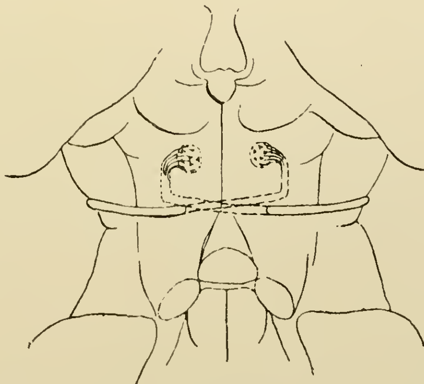


Fig. **419.**
Trajet des fibres radiculaires du nerf pathétique.

les ramifications terminales de certaines fibres de la voie pyramidale, tandis que les autres représentent des collatérales venues des fibres du

faisceau longitudinal postérieur et des fibres de la voie sensitive centrale voisine.

Les fibres qui partent de ce noyau moteur représentent les fibres radiculaires du nerf pathétique. Celles-ci se dirigent en arrière et un peu en dehors et, arrivées sur la face latérale de l'aqueduc de Sylvius, elles se recourbent en bas. Ce faisceau de fibres nerveuses à direction verticale constitue ce qu'on appelle la *branche radiculaire descendante*, fig. 419. Nous avons vu, sur les coupes précédentes, qu'après un certain trajet vertical, cette branche elle-même se recourbe une seconde fois en arrière et en dedans, passe dans la valvule de Vieussens, où elle s'entrecroise avec celle du côté opposé, pour sortir enfin de l'axe cérébro-spinal, sur la face postérieure du tronc cérébral, de chaque côté de la valvule.

Ganglion interpédonculaire.

Dans sa partie antérieure, l'isthme du rhombencéphale présente un petit amas de substance grise situé au-dessus du bord supérieur de la protubérance annulaire, au niveau de l'extrémité inférieure de la substance interpédonculaire et connue, depuis Gudden, sous le nom de *ganglion interpédonculaire*.

Cette masse grise, nettement développée dans le système nerveux central des mammifères, se trouve constituée de cellules nerveuses et de fibrilles nerveuses.

Les cellules nerveuses ont été étudiées récemment par Cajal, sans que ce savant ait pu établir la destination de leur prolongement cylindraxile.

Les fibrilles nerveuses représentent, en majeure partie, les ramifications terminales des fibres du faisceau de Meynert ou faisceau rétro-réflexe reliant le ganglion de l'habénula au ganglion interpédonculaire, ainsi que nous l'avons montré, le premier, dans le système nerveux de la truite. Ce fait a été confirmé depuis par Edinger chez les reptiles, par Cajal chez les poissons, par Cajal et par Kölliker chez les mammifères.

La structure interne du mésencéphale.

Le mésencéphale ou cerveau moyen est la partie de l'axe cérébro-spinal comprise entre le rhombencéphale et le cerveau intermédiaire ou diencéphale. Il est formé, dans sa moitié antérieure, par les pédoncules cérébraux et, dans sa moitié postérieure, par les tubercules quadrijumeaux. Il est traversé dans toute sa hauteur par une partie du canal médullaire primitif, l'*aqueduc de Sylvius*, qui relie le troisième ventricule au quatrième.

Pour étudier l'organisation interne du cerveau moyen, nous y pratiquerons deux coupes transversales : l'une passera par le milieu des

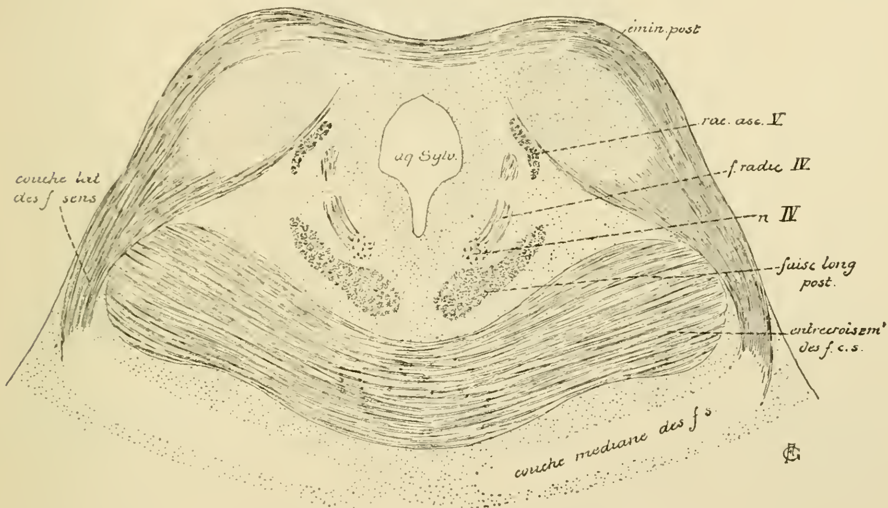


Fig. 420.
Coupe correspondant au plan de section 7 de la fig. 421.

éminences postérieures, l'autre par le milieu des éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux. Les plans de section de ces deux coupes sont indiqués par les lignes pointillées 7 et 8 dans la fig. 421.

Prenons d'abord une coupe faite au niveau des éminences postérieures. fig. 420.

Dans sa moitié ventrale, cette coupe intéresse encore la partie supérieure de la protubérance annulaire. Nous y retrouvons les faisceaux de fibres transversales qui constituent la protubérance et les faisceaux compacts de fibres longitudinales qui représentent à la fois les fibres motrices des voies pyramidales et les fibres beaucoup plus nombreuses des faisceaux cortico-protubérantiels.

Les fibres transversales de la protubérance sont limitées en arrière par les fibres à direction verticale qui constituent la voie sensitive centrale

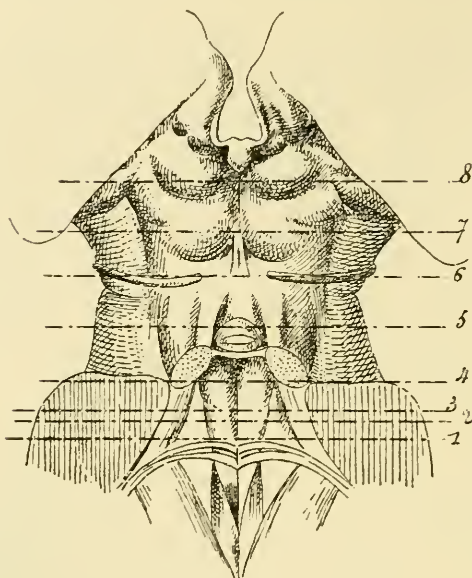


Fig. **421**.

La face postérieure du rhomencéphale et du mésencéphale Gr. nat.
Les lignes pointillées 7 et 8 indiquent les plans de section des fig. **421** et **424**.

ou les fibres de la couche du ruban de Reil. On distingue une *couche médiane* et une *couche latérale*. La couche médiane est située directement

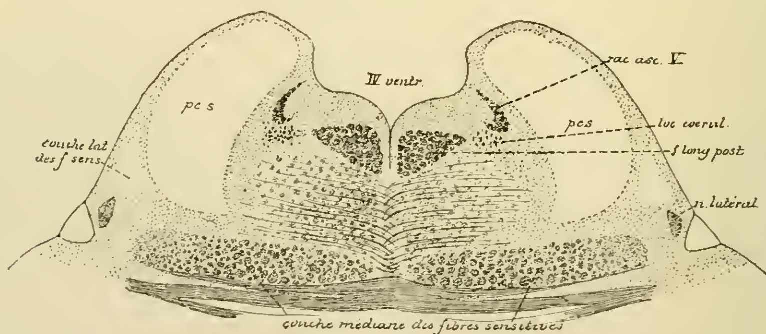


fig. **422**.

Coupe correspondant au plan de section 5 de la fig. **421**.

en arrière des fibres protubérantielles. Elle correspond à la couche inter-olivaire que nous avons décrite le long de la moelle allongée, dans le

voisinage immédiat du raphé. En traversant la protubérance annulaire, cette couche s'est aplatie dans le sens antéro-postérieur et s'est écartée insensiblement de la ligne médiane.

La *couche latérale* est une production nouvelle. Vous vous rappelez que sur une des coupes précédentes, FIG. 422, nous avons vu apparaître une masse grise au fond du sillon longitudinal qui sépare la protubérance du pédoncule cérébelleux supérieur. On la désigne sous le nom de *noyau latéral*. De cette masse grise partent des fibres nerveuses qui se dirigent en arrière et en dedans en contournant le pédoncule cérébelleux voisin; elles forment une partie de la couche latérale des fibres sensitives. Sur les coupes suivantes, FIG. 424, les couches latérale et médiane se fusionnent et une partie des fibres de cette dernière semble prendre part à la constitution de la couche latérale. Ces fibres viennent en réalité de l'olive supérieure et du corps trapézoïde, ainsi que nous le verrons en étudiant les fibres centrales de la branche cochléaire du nerf acoustique. Elles représentent la voie acoustique centrale reliant les noyaux terminaux de la branche cochléaire du nerf acoustique d'un côté (noyau accessoire et tubercule latéral) en partie aux masses grises antérieures et postérieures des tubercules quadrijumeaux, en partie à l'écorce grise de l'hémisphère cérébral du côté opposé. La couche latérale contourne, en effet, le pédoncule cérébelleux supérieur et se rend dans les masses grises qui constituent les *noyaux des éminences postérieures* et *antérieures* des tubercules quadrijumeaux, FIG. 420. Quelques-unes de ces fibres passent la ligne médiane, en arrière de l'aqueduc de SYLVIUS, et se terminent dans les éminences opposées. Ces fibres de la couche latérale sont visibles sur la face externe du tronc cérébral. Elles constituent la lamelle de substance blanche, connue sous le nom de *ruban de Reil*, que l'on voit sortir de la partie inférieure du sillon latéral du mésencéphale, contourner le pédoncule cérébelleux supérieur et s'enfoncer sous les éminences postérieures.

Les fibres de la voie sensitive centrale en connexion avec le nerf trijumeau se trouvent, à ce niveau, d'après les recherches de WALLENBERG, sur la face latérale de la masse grise centrale, en dehors de la racine motrice du nerf de la cinquième paire.

La masse grise centrale des éminences postérieures des tubercules quadrijumeaux est formée de cellules nerveuses multipolaires. D'après les recherches de HANS HELD, on y trouve des cellules à cylindre-axe court ou cellules de GOLGI et des cellules à cylindre-axe long. Le prolongement cylindraxile de ces dernières est ou bien ascendant, ou bien descendant. Dans le premier cas, il se joint aux fibres de la couche latérale du ruban

de Reil pour se rendre dans le noyau des éminences antérieures où il se termine. Les prolongements cylindraxiles descendants, au contraire, deviennent les cylindre-axes des fibres constitutives descendantes de la couche latérale du ruban de Reil.

Derrière la couche des fibres sensitives, on trouve une large zone de fibres entrecroisées : c'est l'*entrecroisement des pédoncules cérébelleux supérieurs*. Vous vous rappelez que ces pédoncules sortent de la substance

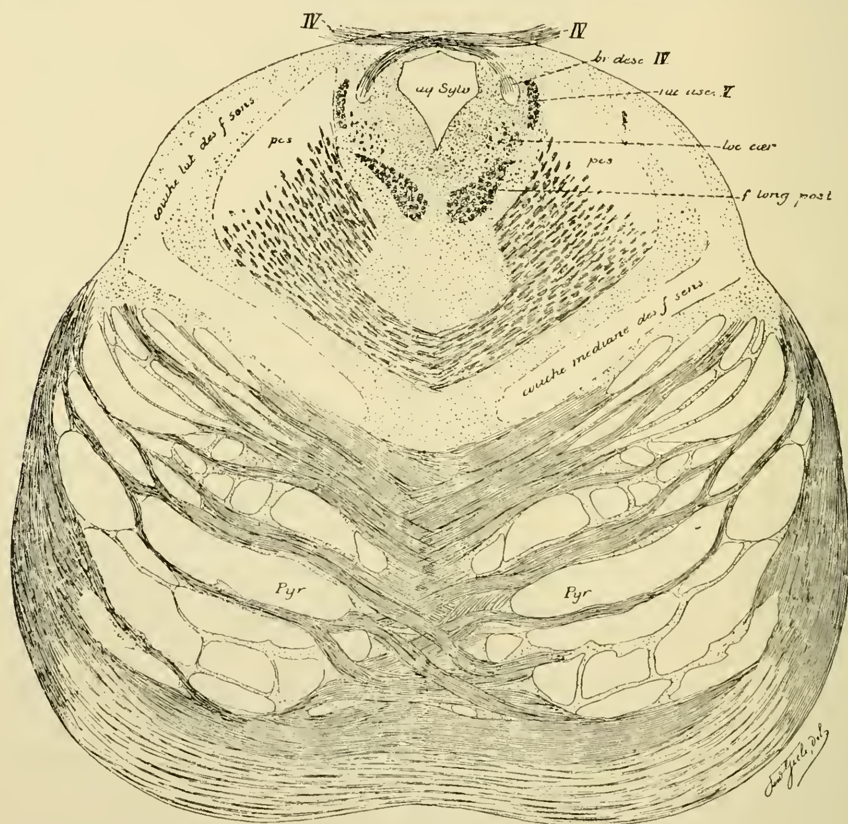


Fig. **423.**

Coupe correspondant au plan de section 6 de la fig. **421**.

blanche des hémisphères cérébelleux, se rapprochent insensiblement l'un de l'autre en formant les limites latérales antérieures du plancher du quatrième ventricule, puis s'enfoncent sous les éminences postérieures où ils s'entrecroisent.

En arrière de ces fibres entrecroisées existe une zone considérable de substance grise traversée par l'*aqueduc de Sylvius*. Un peu au-devant

et en dehors de la coupe de ce canal, nous trouvons de chaque côté un amas de cellules nerveuses : le noyau d'origine du *nerf pathétique* ou quatrième paire des nerfs craniens. Des fibres radiculaires partent de ce noyau et se dirigent en arrière et en dehors.

De chaque côté de l'aqueduc, on voit la section de deux faisceaux de fibres nerveuses. Le faisceau externe a une forme semi-lunaire à concavité interne, il représente la *racine descendante* du nerf trijumeau. Le faisceau interne est plus ou moins arrondi. C'est la *branche radiculaire descendante* du nerf pathétique.

Entre le noyau d'origine du nerf pathétique et l'entrecroisement des pédoncules cérébelleux, on trouve encore la coupe du *faisceau longitudinal postérieur*.

La FIG. 424 représente la coupe du cerveau moyen faite au niveau des éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux. Elle appartient tout entière au cerveau moyen. Elle présente, en arrière, le sillon médian longitudinal séparant l'une de l'autre deux saillies arrondies qui constituent les éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux. En avant, nous voyons les deux faisceaux compacts, appelés *pédoncules cérébraux*, séparés l'un de l'autre par la substance interpédonculaire. Enfin, les faces latérales présentent, en avant, le sillon latéral du mésencéphale et, plus en arrière, un sillon superficiel qui appartient au *sillon interbrachial*. Au milieu de la figure, nous voyons la coupe de l'aqueduc de SYLVIUS.

Chaque pédoncule cérébral est formé de substance blanche et de substance grise. La substance blanche est située en avant. Elle constitue ce qu'on appelle le *pied* ou la *base du pédoncule cérébral (basis pedunculi)*. Elle est limitée en arrière par une masse volumineuse de substance grise riche en cellules nerveuses chargées de granulations pigmentaires. Sur des coupes macroscopiques, cette substance se présente comme une bande transversale noire : c'est la *substance noire de Soemmering (substantia nigra)*, formée de cellules nerveuses et de fibrilles nerveuses entremêlées, dont on ignore complètement la signification morphologique et physiologique.

Le pied du pédoncule cérébral est formé de fibres nerveuses à direction longitudinale. Ces fibres représentent la continuation des faisceaux de fibres à direction verticale qui existent entre les fibres transversales de la protubérance. Nous devons donc y retrouver les fibres motrices des voies pyramidales et les fibres des faisceaux cortico-protubérantiels. Nous verrons plus tard que les fibres motrices occupent environ les trois cinquièmes moyens de chaque pédoncule.

Toute la partie de la coupe qui est située derrière les pédoncules

cérébraux comprend deux régions séparées l'une de l'autre par une ligne horizontale fictive passant par l'aqueduc de Sylvius : la *région de la calotte (tegmentum)* en avant, et la *région des tubercules quadrijumeaux* en arrière.

Région de la calotte. Nous ne possédons que des données très incomplètes sur la structure de la région de la calotte. On y décrit un certain

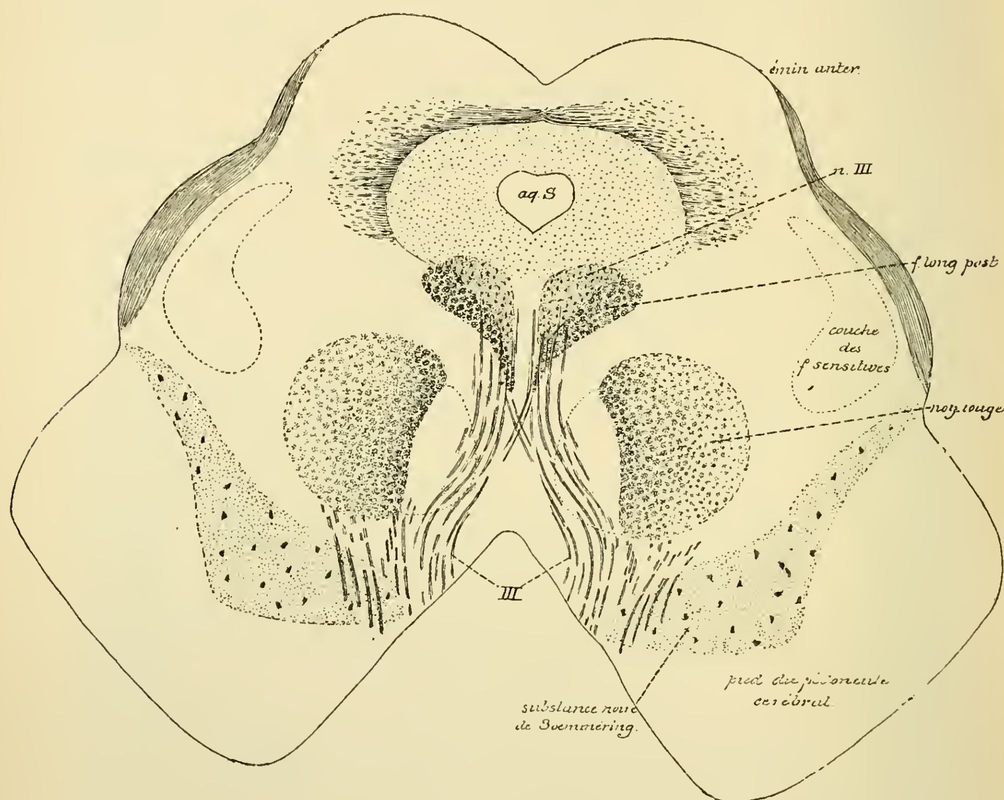


Fig. **424.**

Coupe correspondant au plan de section 8 de la fig. **421**.

nombre de faisceaux de fibres nerveuses dont on ne connaît ni les cellules d'origine, ni la terminaison et dont on ignore la signification physiologique.

Les seuls détails importants connus sont les suivants :

1e Au-devant et un peu en dehors de l'aqueduc de Sylvius existe le noyau d'origine du nerf oculo-moteur commun, *nIII*.

2° Ce noyau vient en contact avec un faisceau compact de fibres nerveuses, c'est le faisceau longitudinal postérieur.

3° En avant et en dehors de ce faisceau, on voit une masse arrondie

connue sous le nom de *noyau rouge* (*nucleus ruber*). Elle correspond à la section des pédoncules cérébelleux supérieurs entrecroisés, entremêlés de cellules nerveuses.

4° Le long de la face interne de chaque noyau rouge existe un petit faisceau de fibres nerveuses : le faisceau de Meynert ou faisceau rétro-réflexe dont nous avons vu les fibres constitutives se terminer dans le ganglion interpédonculaire.

5° Du noyau d'origine du nerf de la troisième paire partent les fibres radiculaires qui traversent le faisceau longitudinal postérieur, la région de la calotte, le noyau rouge et une partie de la substance noire de Soemmering, et qui sortent de l'axe cérébro-spinal sur la face interne de chaque pédoncule cérébral. Quelques-unes de ces fibres radiculaires s'entrecroisent sur la ligne médiane.

5° Dans les parties latérales de la région de la calotte, on trouve encore la coupe des voies sensitives.

Dans toute l'étendue de la région des tubercules quadrijumeaux antérieurs on voit des fibres nerveuses sortir de la masse grise centrale de ces tubercules, se diriger en avant et en dedans, en s'écartant les unes des autres et en contournant la partie correspondante de l'aqueduc de Sylvius pour venir s'entrecroiser sur la ligne médiane, dans l'espace compris entre la substance interpédonculaire et la section des faisceaux longitudinaux postérieurs. Cet entrecroisement de fibres nerveuses est désigné sous le nom de *décussation de la calotte* (*fontaineartige Haubenkreuzung* des auteurs allemands). On distingue à cette décussation une partie dorsale et une partie ventrale. La partie dorsale forme la *décussation de Meynert* (*fontaineartige Meynert'sche Kreuzung*) ; la partie ventrale porte le nom de *décussation de Forel* (*fontaineartige Forel'sche Kreuzung*).

D'après les recherches de H. Held, les fibres de la décussation dorsale de la calotte proviennent de cellules nerveuses situées dans la masse grise centrale des éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux. Ces cellules nerveuses y viennent en contact avec les ramifications terminales des fibres de la voie optique et de la voie acoustique. Les prolongements cylindraxiles de ces cellules nerveuses, après avoir passé la ligne médiane, se recourbent en bas pour descendre, avec le faisceau longitudinal postérieur, vers les parties inférieures de l'axe nerveux.

Dans les recherches que nous avons faites sur le système nerveux central de la truite, nous avons pu établir que les fibres nerveuses qui proviennent des cellules des lobes optiques et qui s'entrecroisent sur la ligne médiane avant de devenir des fibres descendantes, constituent un faisceau de

fibres nerveuses indépendant du faisceau longitudinal postérieur; nous l'avons désigné sous le nom de *faisceau optique descendant.* Il a pour fonction de relier les lobes optiques des vertébrés inférieures — les homologues des éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux du névraxe de l'homme — aux masses grises inférieures et de constituer ainsi une voie réflexe entre les fibres de la voie optique centrale et les masses grises inférieures. Tout récemment Cajal a décrit le même faisceau dans le mésencéphale de petits mammifères. Il le désigne sous le nom de *faisceau descendant de la calotte.* Ses fibres constitutives proviennent de cellules nerveuses situées dans la partie latérale superficielle des tubercules quadrijumeaux antérieurs. Pendant leur trajet descendant, elles émettent de nombreuses collatérales allant se ramifier et se terminer dans le noyau rouge et dans la formation réticulaire.

On ignore encore, pour le momment, où se rendent ces fibres nerveuses.

Dans la partie antérieure de la coupe, de chaque côté du raphé, en dedans de la section du faisceau de Meynert, on trouve un faisceau de fibres grêles connu sous le nom de *faisceau de la calotte de Gudden.* Nous verrons plus tard que les fibres constitutives de ce faisceau proviennent, en même temps que les fibres du faisceau de Vicq d'Azyr, des cellules nerveuses situées dans le corps mammillaire. On le désigne encore sous le nom de *faisceau pédonculo-mamillaire* ; on ignore où ce faisceau se termine.

Région des tubercules quadrijumeaux. Les éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux sont formées d'une masse grise centrale et d'une couche blanche périphérique. Celle-ci est constituée en grande partie de fibres nerveuses qui appartiennent au nerf optique. Comme nous le verrons bientôt, les fibres optiques ont leurs cellules d'origine dans la couche profonde de la rétine et viennent se terminer, par des ramifications libres, en partie au moins, dans les éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux. D'après les recherches de Hans Held, on trouverait aussi, dans ces éminences antérieures, la terminaison d'une partie des fibres de la couche latérale du ruban de Reil, ou voie centrale de la branche cochléaire du nerf acoustique, fig. 425.

La masse grise elle-même est formée de cellules nerveuses multipolaires. D'après Héld, on trouverait dans cette masse grise des cellules volumineuses à prolongements cylindraxiles descendants. Les unes enverraient ces prolongements dans la couche latérale du ruban de Reil ; cette couche renfermerait donc à la fois des fibres ascendantes et des fibres descendantes, ainsi que nous le verrons plus tard. Les autres envoient leurs prolongements cylindraxiles en avant et en dedans. Ils passent au-devant du noyau d'origine

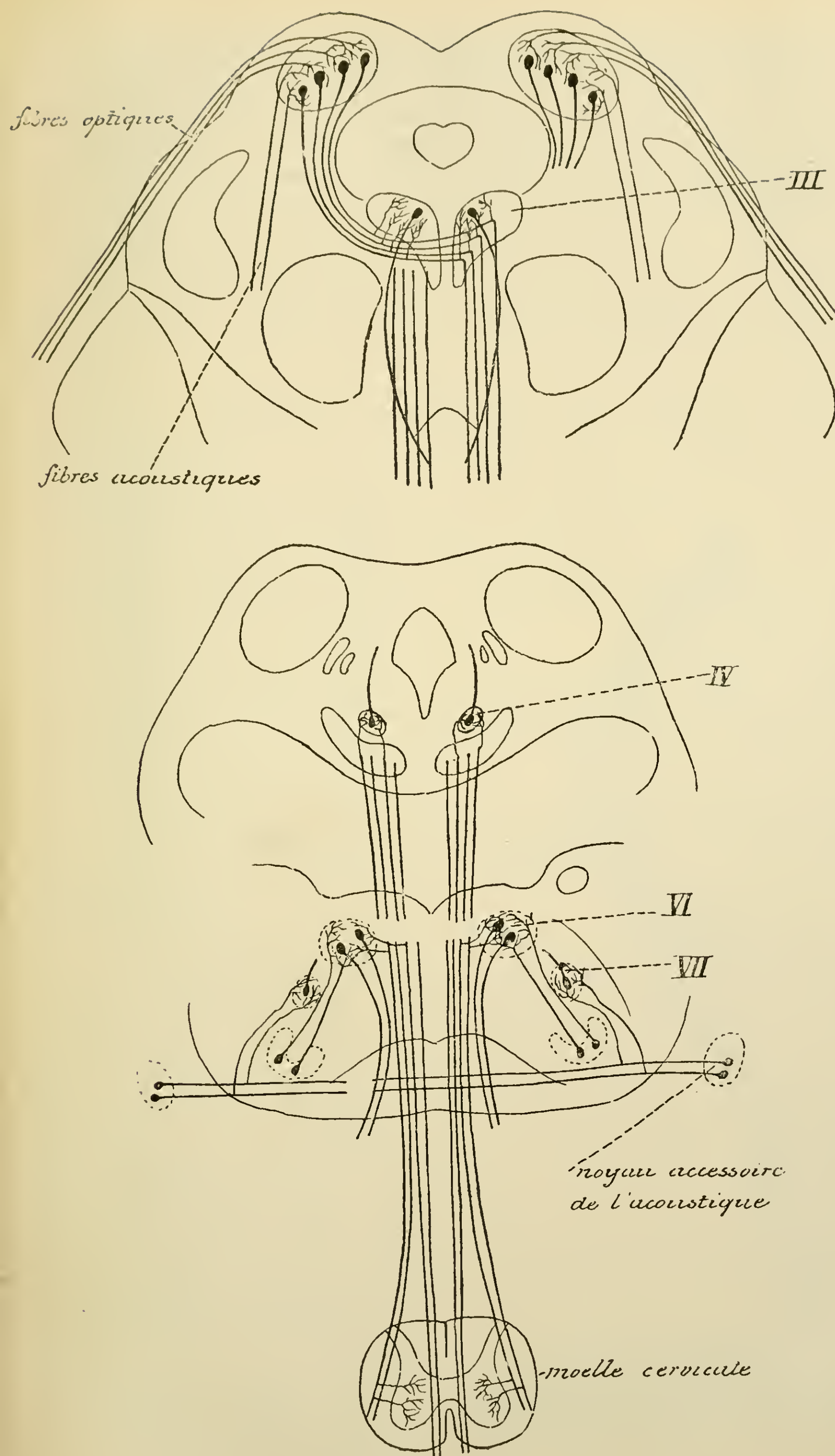


Fig. 425.

Schéma montrant l'origine et le trajet des fibres de la voie réflexe reliant les ramifications terminales des fibres optiques et des fibres acoustiques aux noyaux d'origine du nerf oculo-moteur commun, du nerf pathétique et du nerf oculo-moteur externe
(construit d'après les descriptions de Hans Held).

du nerf de la troisième paire, croisent la ligne médiane, puis se recourbent en bas pour devenir les fibres constitutives du faisceau longitudinal postérieur, d'après Held, les fibres du faisceau optique descendant d'après Van Gehuchten, les fibres du faisceau descendant de la calotte d'après Cajal, fig. 425. Dans ce trajet, ces prolongements cylindraxiles abandonnent des collatérales aux cellules radiculaires du nerf oculo-moteur commun, du nerf pathétique et du nerf oculo-moteur externe. Ils servent ainsi de voie réflexe agissant sur les muscles des globes oculaires à la suite d'excitations visuelles ou acoustiques. Ces fibres descendraient jusque dans la moelle cervicale.

La circulation de l'isthme du rhombencéphale et du mésencéphale.

Circulation artérielle. Le cerveau moyen et l'isthme du rhombencéphale reçoivent leurs artères nourricières de plusieurs sources différentes. Celles de la région antérieure viennent de la partie supérieure du tronc basilaire et de la partie voisine des artères cérébrales postérieures et des artères communicantes postérieures, tandis que les artères nourricières de la région des tubercules quadrijumeaux et des pédoncules cérébelleux supérieurs naissent des artères cérébelleuses supérieures et des artères cérébrales postérieures.

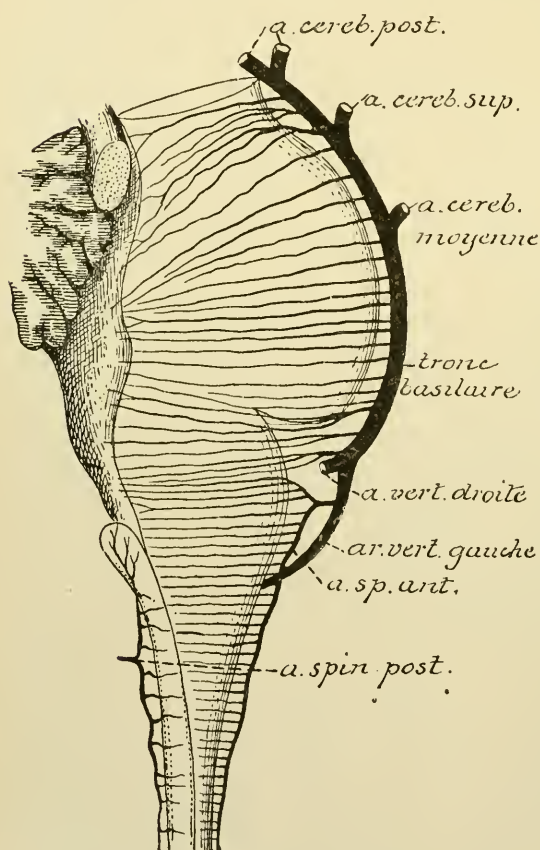


Fig. 426.
Les artères médianes antérieures et postérieures du bulbe et les artères médianes antérieures de la protubérance annulaire et du cerveau moyen (d'après Duret.)

Sur la face antérieure du cerveau moyen, on trouve des *artères médianes*, des *artères radiculaires* et des *artères accessoires*.

Les *artères médianes* naissent de la partie supérieure du tronc basilaire

(*artères sus-protubérantielles* de Duret) et se comportent comme les artères médianes de la protubérance annulaire et de la moelle allongée, fig. 426. Elles se dirigent directement en arrière, traversent la substance perforée postérieure qui occupe le fond de l'espace interpédonculaire et se terminent dans les deux masses grises situées au-devant et un peu en dehors de l'acqueduc de Sylvius : les noyaux d'origine du nerf pathétique et du nerf oculo-moteur commun.

Les *artères radiculaires* naissent du tronc basilaire ou de l'une de ses branches collatérales. Elles se dirigent en dehors vers le nerf pathétique et vers le nerf de la troisième paire et se bifurquent alors en une branche périphérique et une branche centrale. La branche périphérique se résout bientôt en un réseau capillaire entre les fibres constitutives du nerf. La branche centrale accompagne les fibres radiculaires du nerf jusqu'au niveau de la masse grise qui leur donne origine et là elle se résout en un réseau capillaire. Le réseau capillaire artériel de chacune de ces masses grises provient donc à la fois et de l'artère médiane voisine et de l'artère radiculaire.

Les *artères accessoires* naissent des artères cérébrales postérieures, pénètrent directement dans le pied du pédoncule cérébral (*artères pédonculaires*) et s'y terminent dans la substance blanche du pied et dans la substance noire de Soemmering.

Toutes ces artères appartiennent au groupe des *artères terminales*.

Les artères nourricières de la région des tubercules quadrijumeaux se divisent, d'après Duret, en *artères postérieures*, *artère moyenne* et *artère antérieure*.

Les *artères postérieures des tubercules quadrijumeaux* viennent des artères cérébelleuses supérieures. Elles se distribuent à la moitié inférieure des tubercules postérieurs, à la valvule de Vieussens et aux pédoncules cérébelleux supérieurs.

L'*artère moyenne des tubercules quadrijumeaux* provient, de chaque côté, de l'artère cérébrale postérieure. Elle contourne le pédoncule cérébral en parcourant le sillon interbrachial et est destinée à la partie voisine des éminences antérieures et postérieures.

L'*artère antérieure des tubercules quadrijumeaux* naît, de chaque côté, de l'artère cérébrale postérieure. Elle nourrit la partie supérieure des éminences antérieures.

Toutes ces artères des tubercules quadrijumeaux s'anastomosent les unes avec les autres en formant un plexus artériel sur la face postérieure du cerveau moyen. De ce plexus partent alors des artérioles qui pénètrent

perpendiculairement dans l'axe cérébro-spinal et s'y résolvent en réseaux capillaires.

Circulation veineuse. Au réseau capillaire artériel fait suite le réseau veineux. Les capillaires veineux se réunissent en veinules qui accompagnent les artérioles et qui se jettent dans les grosses veines voisines.

Les nerfs périphériques dépendant de l'isthme du rhombencéphale et du mésencéphale.

L'isthme du rhombencéphale donne origine à un seul nerf cranien : le nerf pathétique. Le mésencéphale donne origine également à un seul nerf cranien : le nerf oculo-moteur commun.

IV. Le nerf pathétique.

Le nerf pathétique (*n. trochlearis*) constitue la quatrième paire des nerfs craniens. Il provient de l'isthme du rhombencéphale. C'est un nerf exclusivement moteur destiné à innerver le muscle grand oblique du globe oculaire. De tous les nerfs moteurs cérébro-spinaux, il est le seul qui sorte de la face postérieure de l'axe cérébro-spinal, FIG. 427.

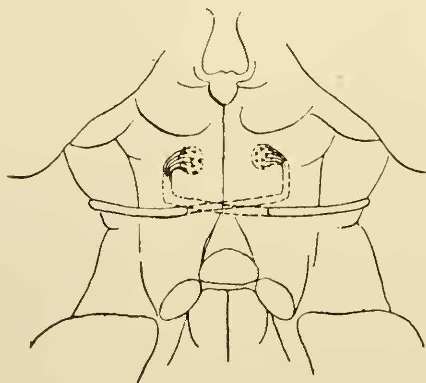


FIG. 427.
Trajet des fibres radiculaires du nerf pathétique.

Origine réelle. Il a son origine réelle dans un amas de cellules nerveuses situé dans la profondeur de l'axe nerveux, au niveau de la partie antérieure des éminences postérieures des tubercules quadrijumeaux, entre l'aqueduc de SYLVIUS et le faisceau longitudinal postérieur, FIG. 428. Les prolongements cylindraxiles des cellules radiculaires qui constituent ce noyau se dirigent d'abord en dehors et en arrière, en contournant quelque peu la face antéro-latérale de l'aqueduc de SYLVIUS. Arrivé sur le côté de ce canal,

le faisceau des fibres nerveuses se recourbe en bas, en descendant dans le tronc cérébral, en dedans de la racine descendante du nerf trijumeau; il forme ce qu'on appelle la *branche radiculaire descendante* du nerf pathétique. En dessous des éminences postérieures des tubercules quadrijumeaux, ces fibres se recourbent une seconde fois en arrière et en dedans; elles traversent alors la partie supérieure de la valvule de Vieussens où

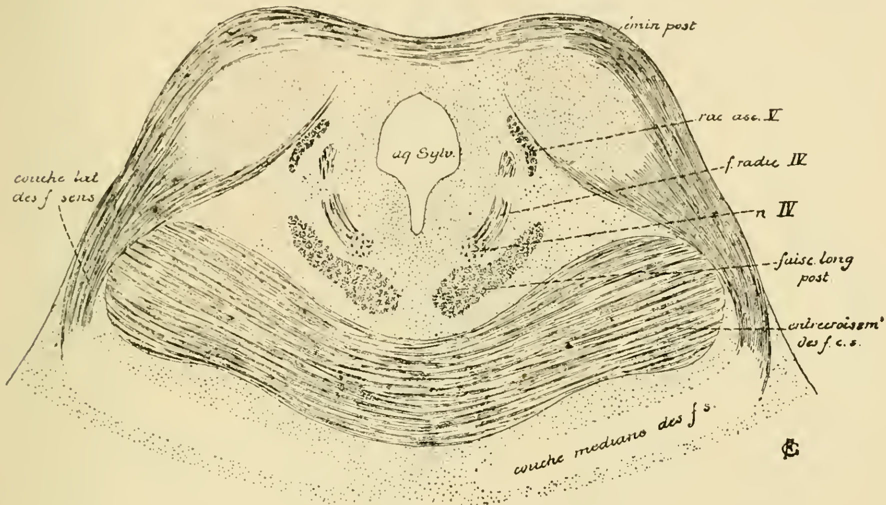


Fig. 428.
Coupe correspondant au plan de section 7 de la fig. 420.

elles s'entrecroisent avec les fibres du côté opposé (*decussatio nervorum trochlearium*), pour sortir du tronc cérébral de chaque côté de cette valvule, fig. 427.

Entre les cellules constitutives du noyau d'origine de ce nerf, on trouve un entrelacement complexe de fibrilles nerveuses représentant des ramifications cylindraxiles collatérales et terminales mettant les cellules radiculaires du nerf pathétique en connexion avec les fibres de la voie motrice centrale, de la voie sensitive centrale et du faisceau longitudinal postérieur.

De tous les nerfs cérébro-spinaux, le nerf pathétique est le seul qui présente un entrecroisement complet de ses fibres radiculaires. Quelques auteurs croient cependant que cet entrecroisement n'est pas complet et que quelques fibres se rendent directement du noyau d'origine dans le nerf périphérique du même côté.

Origine apparente. Le nerf pathétique sort de l'axe cérébro-spinal sur la face postérieure du rhombencéphale, en dessous des tubercules quadrijumeaux, de chaque côté du frein de la valvule de Vieussens.

Trajet périphérique. A partir de son origine apparente, le nerf pathétique se dirige en dehors; il contourne le pédoncule cérébral, puis se porte en avant et en dedans pour traverser la dure-mère, un peu en dehors et en dessous de l'apophyse clinoïde postérieure, au point où s'entrecroisent les deux circonférences de la tente du cervelet. Il longe alors la paroi externe du sinus caverneux en dessous du nerf oculo-moteur commun, pénètre dans l'orbite par la partie la plus interne de la fente sphénoïdale, se dirige en dedans en passant au-dessus du muscle releveur de la paupière supérieure et va se terminer dans le muscle grand oblique, FIG. 429.

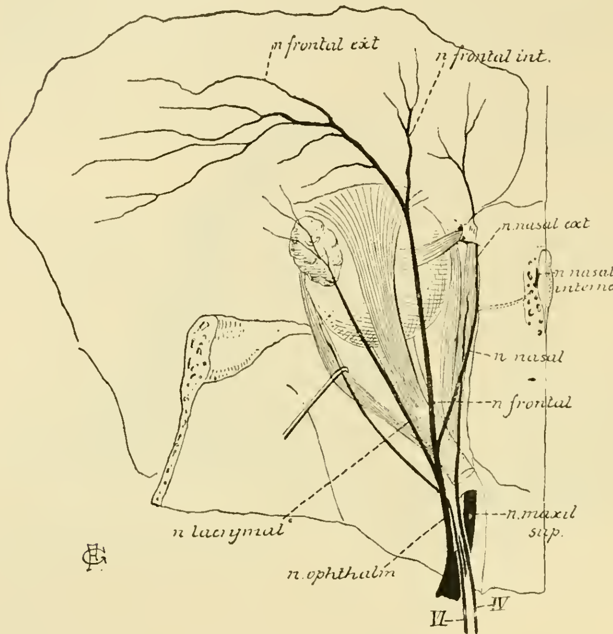


FIG. 429.

Pendant son trajet dans la paroi externe du sinus caverneux, le nerf pathétique reçoit un filet sensitif du nerf ophthalmique de WILLIS.

III. Le nerf oculo-moteur commun.

Les deux nerfs oculo-moteurs communs (*n. oculomotorius*) constituent la troisième paire des nerfs craniens. Ce sont des nerfs exclusivement moteurs. Ils proviennent du cerveau moyen et vont innerver les muscles intrinsèques du globe oculaire et tous les muscles de la cavité orbitaire, à l'exception du muscle grand oblique innervé par le nerf pathétique et du muscle droit externe qui reçoit ses fibres motrices du nerf oculo-moteur externe.

Origine réelle. Le nerf oculo-moteur commun a son origine réelle dans une masse de substance grise située dans le cerveau moyen, de chaque côté de la ligne médiane, au niveau des éminences antérieures des tubercules

quadrijumeaux, entre l'aqueduc de SYLVIUS et le faisceau longitudinal postérieur, FIG. 430. Des cellules radiculaires qui constituent cette masse grise partent les fibres périphériques. Celles-ci se réunissent en plusieurs faisceaux qui traversent le faisceau longitudinal postérieur, la région de la calotte avec le noyau rouge de STILLING, une partie de la substance

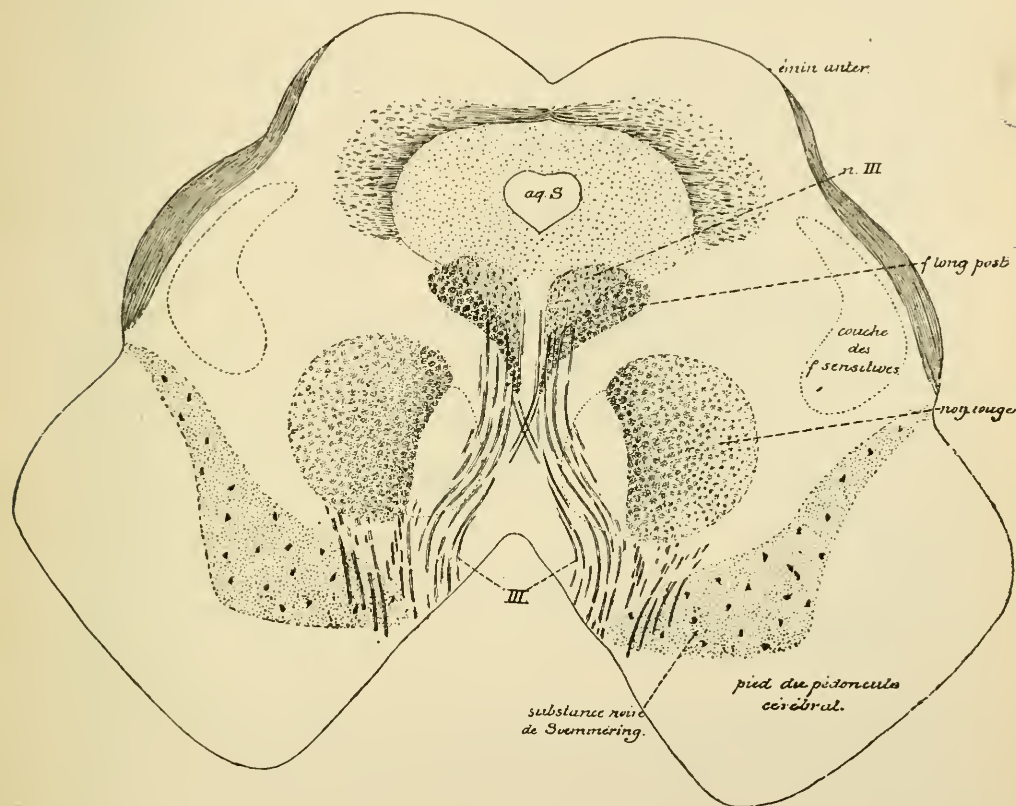


FIG. **430**.

Coupe correspondant au plan de section 8 de la FIG. **420**.

noire de SOEMMERING, pour sortir de l'axe cérébro-spinal par la face interne du pédoncule cérébral.

La masse grise qui donne origine aux fibres du nerf oculo-moteur commun s'étend sur une longueur d'environ un centimètre. Elle comprend plusieurs groupes de cellules nerveuses assez nettement distincts chez le nouveau-né. On décrit communément un groupe supérieur et un groupe inférieur (PERLIA). Le groupe inférieur est le principal, FIG. **431**. Il est formé d'un noyau central situé sur la ligne médiane, *nc*, d'un noyau à petites cellules appelé *noyau d'Edinger-Westphal*, *EW*, et de

quatre noyaux à cellules plus volumineuses, deux supérieurs et deux inférieurs, dont l'un est ventral et l'autre dorsal.

Le groupe supérieur, beaucoup plus petit, comprend deux noyaux : un médian, *nam*, et un latéral, *nal*.

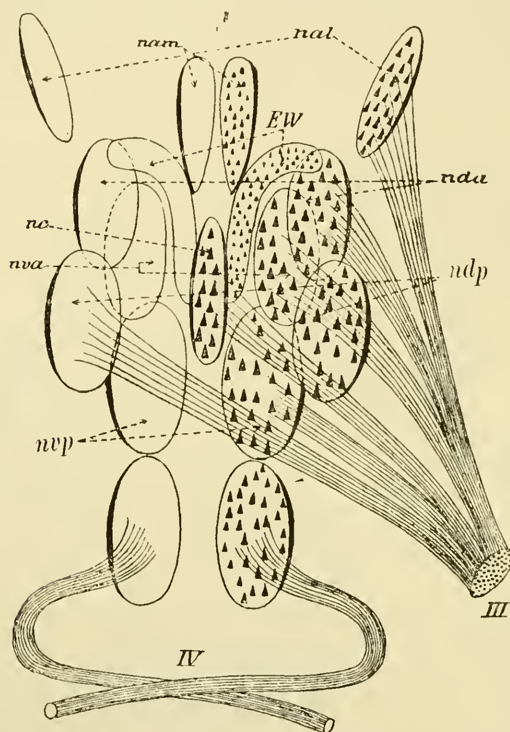


Fig. 431.

Schéma montrant la disposition des différents groupes de cellules nerveuses qui constituent le noyau d'origine du nerf oculo-moteur commun. (d'après Perlia).

III : Nerf oculo-moteur commun.
nc : Noyau central.
EW : Noyau d'Edinger-Westphal.
nva : Noyau ventral antérieur ou supérieur.
nvp : Noyau ventral postérieur ou inférieur.
nda : Noyau dorsal antérieur ou supérieur.
ndp : Noyau dorsal postérieur ou inférieur.
nam : Noyau antérieur médian.
nal : Noyau antérieur latéral.
IV : Nerf pathétique avec son noyau d'origine.

Les fibres radiculaires proviennent de ces différents groupes de cellules nerveuses, à l'exclusion du noyau d'Edinger-Westphal et du noyau antérieur médian.

Ces différents amas de cellules nerveuses, dont l'ensemble forme le noyau d'origine du nerf oculo-moteur commun, semblent constituer autant de noyaux différents qu'il y a de muscles périphériques innervés par le nerf de la troisième paire, et cela de telle façon que les fibres d'innervation d'un muscle donné proviennent d'un groupe déterminé de cellules nerveuses. Ce qui apporte à cette manière de voir un appui considérable, c'est qu'on observe fréquemment des paralysies de l'un ou de l'autre des muscles innervés par le nerf oculo-moteur commun, paralysies dues à une altération limitée du noyau d'origine. Or, pour un même muscle, cette altération siège toujours au même endroit.

Le noyau d'origine de la troisième paire des nerfs craniens se décompose donc en autant de petits noyaux distincts qu'il y a de muscles innervés par ce nerf. Pour connaître la position relative de ces différents

petits noyaux dans la masse grise totale qui sert d'origine à tout le nerf, Starr a étudié tous les cas connus de paralysies de l'un ou de l'autre des muscles innervés par le nerf oculo-moteur commun, cas dans lesquels l'examen microscopique avait révélé chaque fois le siège exact de l'altération nucléaire. A la suite de ses recherches, il a dressé le tableau suivant montrant la disposition des différents noyaux avec les muscles qu'ils innervent :

Noyau du muscle		Ligne médiane	Noyau du muscle	
constricteur de l'iris,	ciliaire,		ciliaire,	constricteur de l'iris,
élévateur de la paupière supérieure,	droit interne,		droit interne,	élévateur de la paupière supérieure,
droit supérieur,	droit inférieur.		droit inférieur.	droit supérieur,
petit oblique.				petit oblique.

Outre les cellules radiculaires, on trouve encore, dans la masse grise qui sert d'origine au nerf oculo-moteur commun, un entrelacement très serré de fines fibrilles nerveuses. Un certain nombre d'entre elles doivent être considérées comme des branches collatérales et terminales des fibres du faisceau longitudinal postérieur. Ce faisceau est formé de fibres commissurales longitudinales, dont une partie proviendraient, d'après Hans Held, de cellules nerveuses volumineuses situées dans le noyau des éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux. Ces fibres constitueraient une voie importante reliant les ramifications terminales des fibres optiques et des fibres acoustiques aux noyaux d'origine des différents nerfs qui innervent les muscles du globe oculaire, fig. 425.

Une autre partie de ces fibrilles nerveuses doivent être considérées, selon toute probabilité, comme des ramifications cylindraxiles collatérales et terminales d'un certain nombre de fibres de la voie pyramidale, fibres qui doivent relier ces cellules radiculaires à la zone motrice de la couche corticale grise de l'hémisphère cérébral du côté opposé.

D'autres fibrilles encore doivent provenir des fibres de la voie sensitive centrale.

Origine apparente. Le nerf oculo-moteur commun a son origine apparente sur la face interne du pédoncule cérébral, dans un sillon longitudinal qui sépare ce pédoncule de la substance perforée postérieure ou substance interpédonculaire. Cette origine se fait par un grand nombre de petits filets nerveux qui se réunissent bientôt en un tronc unique.

Pendant leur trajet de l'origine réelle à l'origine apparente, les fibres

radiculaires du nerf oculo-moteur commun subissent un entrecroisement partiel, de telle sorte que le noyau d'origine d'un côté du tronc cérébral envoie la plus grande masse de ses fibres radiculaires dans le nerf périphérique du même côté et une petite partie de ses fibres dans le nerf du côté opposé FIG. **432**. On suppose assez généralement que les fibres entrecroisées se rendent dans le muscle droit interne du côté opposé.

Trajet périphérique. A partir de son origine apparente sur la face

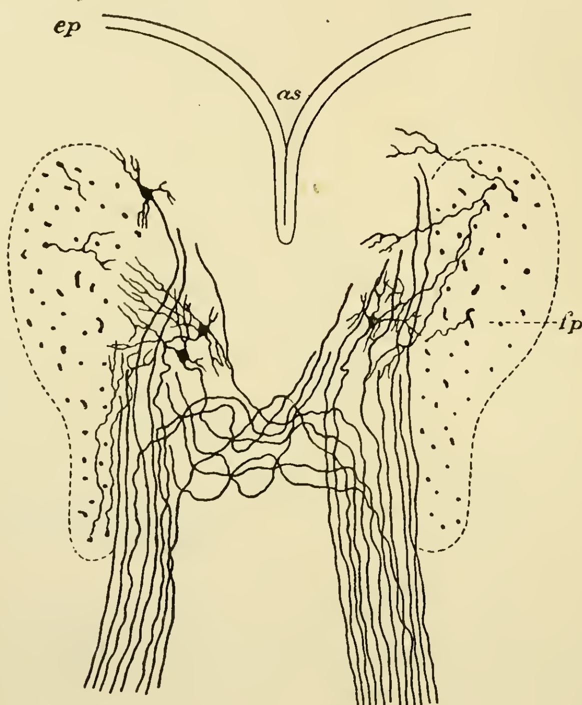


FIG. **432**.

Noyau d'origine et filets radiculaires du nerf oculo-moteur commun chez un embryon de canard.

as : Plancher de l'aqueduc de SYLVIUS.
ep : Épithélium épendymaire.
fp : Faisceau longitudinal postérieur.

interne du pédoncule cérébral, le nerf oculo-moteur commun se dirige en avant et en dehors, en passant entre l'artère cérébrale postérieure et l'artère cérébelleuse supérieure ; il traverse la dure-mère en dehors de l'apophyse clinoïde postérieure, pénètre dans le sinus caverneux dont il longe la paroi supérieure, FIG. **433**, passe par la partie la plus interne de la fente sphé-

noïdale et arrive ainsi dans la cavité orbitaire où il se divise en deux branches terminales, l'une supérieure et l'autre inférieure, FIG. 434. Durant son trajet dans la paroi externe du sinus caverneux, le nerf oculo-moteur commun s'anastomose avec le plexus sympathique qui entoure la carotide interne et avec le nerf ophthalmique de WILLIS. Cette dernière anastomose

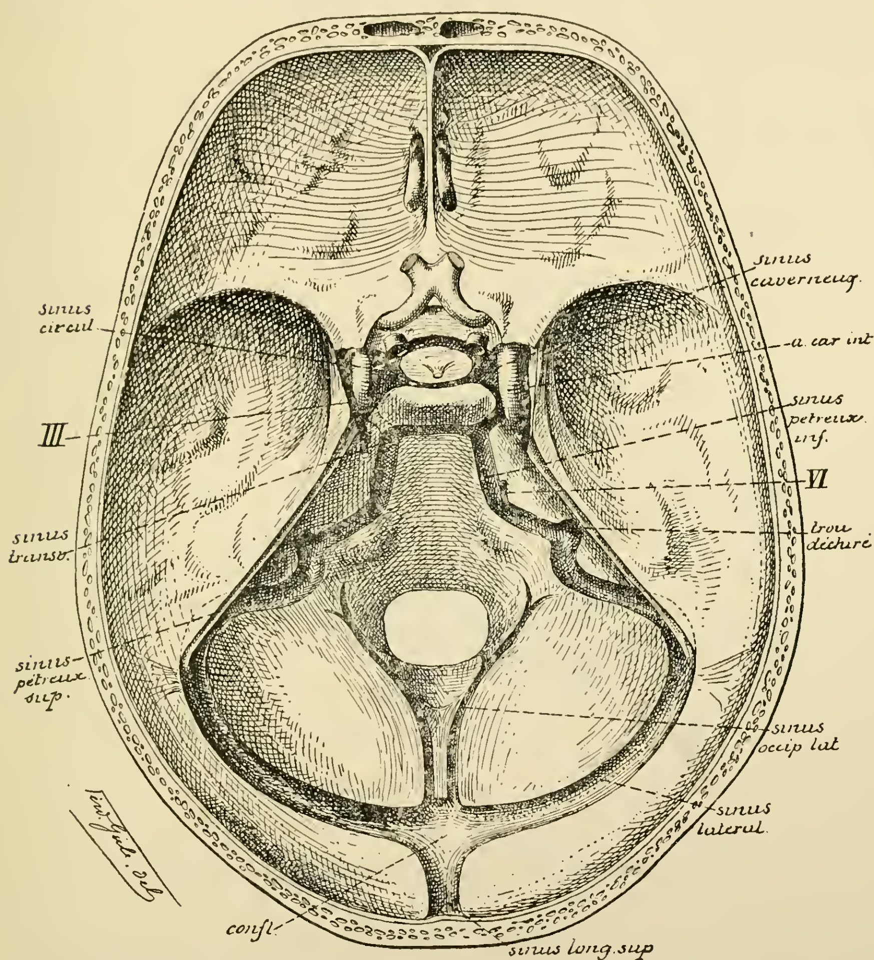


FIG. 433.

amène au nerf oculo-moteur commun des fibres sensitives provenant du nerf trijumeau.

Branches terminales. La *branche supérieure* (*ramus superior*) est la plus grêle. Elle passe au-dessus du nerf optique, gagne la face profonde du muscle

droit supérieur et se distribue à ce muscle et au muscle releveur de la paupière supérieure.

La *branche inférieure* (*ramus inferior*) est la plus volumineuse. Après un court trajet dans la cavité orbitaire, elle se subdivise en trois rameaux divergents :

1° un *rameau interne* qui pénètre directement dans la face profonde du muscle droit interne;

2° un *rameau inférieur* destiné au muscle droit inférieur et

3° un *rameau externe* qui se dirige en avant et va se terminer dans le muscle petit oblique. C'est de ce rameau externe que part un petit filet

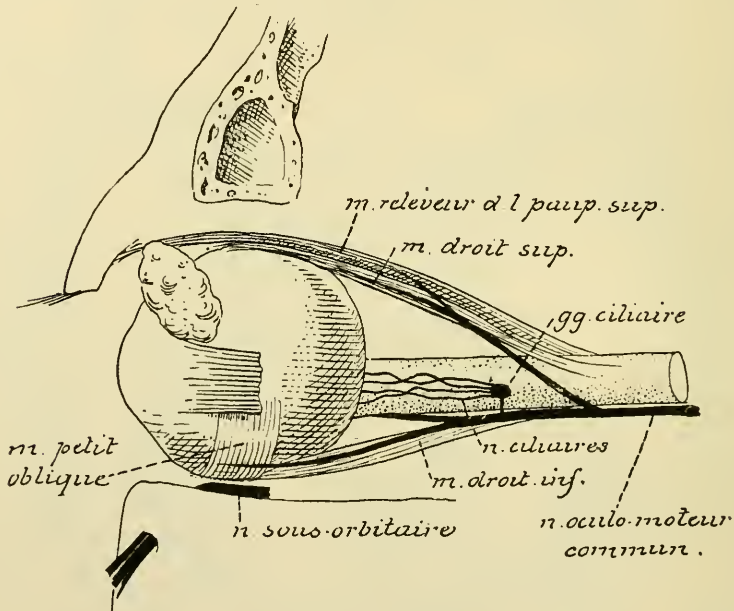


Fig. **434.**

Les branches terminales du nerf oculo-moteur commun.

nerveux destiné au ganglion ciliaire dont il constitue la *courte racine* ou la *racine motrice* (*radix brevis ganglii ciliaris*). En décrivant la branche ophthalmique du nerf trijumeau, nous avons vu que ces fibres motrices du nerf oculo-moteur commun passent dans les nerfs ciliaires, pénètrent dans le globe oculaire et vont innerver les muscles intrinsèques de l'œil : le musle ciliaire ou tenseur de la choroïde et le muscle constricteur de l'iris.

Des recherches expérimentales, faites dans ces derniers temps, semblent prouver que les fibres motrices destinées aux muscles intrinsèques du globe oculaire ne proviennent pas directement du nerf de la troisième paire,

mais que ces fibres ont leurs cellules d'origine dans le ganglion ciliaire lui-même. Et ce qui semble prouver qu'il en est en réalité ainsi, c'est que la section expérimentale du nerf oculo-moteur commun, faite au sortir du tronc cérébral, est suivie de la dégénérescence des fibres du bout périphérique, mais cette dégénérescence ne dépasse pas le ganglion ciliaire.

Littérature.

Van Gehuchten : *Contribution à l'étude du faisceau de Meynert ou faisceau rétro-réflexe.* Bulletin de l'Académie Royale de Médecine de Belgique, 1893. — *Contribution à l'étude du système nerveux des Téléostéens.* La Cellule, 1893. — Edinger : *Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane des Menschen und der Thiere.* Leipzig, 1893. — Cajal : *Notas preventivas sobre la estructura del encefalo de los teleosteos.* Anales de la Sociedad espanola de historia natural, 1894. — *Estructura del ganglio de la habenula de los mamiferos.* Ibid., 1894. — *Ganglio interpedoncular de los mamiferos.* Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos. Madrid, 1894. — Kölliker : *Handbuch der Gewebelehre.* Leipzig, 1896. — Wallenberg : *Die secundäre Bahn des sensiblen Trigeminus.* Anatomischer Anzeiger, 1896. — H. Held ; *Die centrale Gehörleitung.* Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatomische Abtheilung, 1893. — Cajal : *Nucleo rojo y region de la calota.* Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos, Madrid, 1895. — Perlia ; *Die Anatomie des Oculomotoriuscentrums beim Menschen.* Archiv f. ophtalmologie, 1889. — Kölliker ; *Ueber den Ursprung des Oculomotorius beim Menschen.* Sitzungsber. d. Wurzb. phys. med. Gesellsch., 1892. — Van Gehuchten ; *De l'origine du nerf oculo-moteur commun.* La Cellule, 1892.

VINGT-NEUVIÈME LEÇON

La structure interne du diencépale.

Division du diencéphale en thalamencéphale et en hypothalamus. — Le thalamencéphale comprenant le thalamus, le métathalamus et l'épithalamus. — L'hypothalamus : Corps mamillaires, substance interpédonculaire, infundibulum avec hypophyse et région sous-optique. — La circulation du diencépale. — Le nerf optique.

La structure interne du diencéphale.

Le cerveau intermédiaire ou diencéphale est la partie de l'axe cérébro-spinal qui provient de la partie postérieure de la première vésicule cérébrale primitive. Nettement distinct des parties voisines pendant les premiers jours du développement embryonnaire, le cerveau intermédiaire est bien vite recouvert par le développement excessif que prennent les vésicules hémisphériques du cerveau terminal. Il est difficile, chez l'adulte, d'indiquer les limites précises qui séparent le cerveau intermédiaire du télencéphale en avant et du mésencéphale en arrière.

Nous avons vu, en étudiant la grosse anatomie de l'axe cérébro-spinal, que le sillon de Monro, qui existe sur la face interne de chaque couche optique, divise le cerveau intermédiaire en deux parties : une partie inférieure, appartenant à la fois au diencéphale et au télencéphale, à laquelle on donne le nom de *hypothalamus* ou *région sous-thalamique* et une partie supérieure, appartenant exclusivement au diencéphale, et connue sous le nom de *thalamencéphale.*

Thalamencéphale.

Le thalamencéphale est formé de trois parties : le *thalamus* ou couches optiques, le *métathalamus* ou corps genouillés et l'*épithalamus* comprenant le corps pinéal, l'habénula et les parties voisines.

Thalamus ou *couches optiques.* Chaque *couche optique* représente une

masse compacte de substance grise formée de cellules nerveuses et de fibres nerveuses et divisée par deux minces lamelles blanches en trois masses distinctes appelées noyaux : un noyau antérieur, un noyau médian

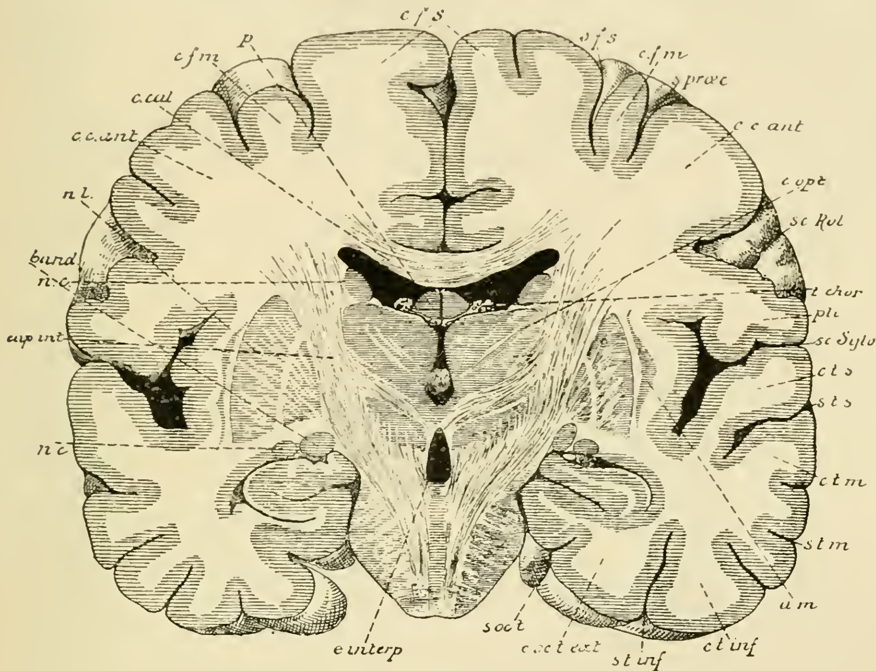


Fig. 435.

Coupe frontale passant par les ganglions de la base.

cfs : Circonvolution frontale supérieure.
sfs : Sillon frontal supérieur.
cfm : Circonvolution frontale moyenne.
s. præc. : Sillon précentral.
cc. ant. : Circonvolution centrale antéreure.
sc. Rol. : Sillon de Rolando.
c. opt. : Couche optique.
t. chor. : Toile choroïdienne.
pli : Pli de passage entre les deux circonvolutions centrales.
sc. sylv. : Fissure de Sylvius.
c. t. s. : Circonvolution temporale supérieure.
s. t. s. : Sillon temporal supérieur.
c. t. m. : Circonvolution temporale moyenne.
s. t. m. : Sillon temporal moyen.
am : Avant-mur.
c. t. inf. : Circonvolution temporale inférieure.
s. t. inf. : Sillon temporal inférieur.
c. oc. t. ext. : Circonvolution occipito-temporale externe ou fusiforme.
s. occ. t. : Sillon occipito-temporal ou fissure collatérale.
e. interp. : Espace interpédonculaire.
nc : Noyau caudé.
cap. int. : Bras postérieur de la capsule interne.
band. : Bandelette optique.
c. cal. : Corps calleux.
p : Voûte à trois piliers.

et un noyau latéral. Les cellules nerveuses appartiennent toutes au type multipolaire.

Les fibres nerveuses forment, sur la face supérieure de chaque couche optique, une zone blanche appelée *stratum zonale*. Elles appartiennent en grande partie aux nerfs optiques et représentent les prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses de la couche ganglionnaire de la rétine qui viennent se terminer, par des ramifications libres, entre les cellules nerveuses de la couche optique.

La face interne des couches optiques est libre; elle est recouverte par l'épithélium épendymaire et limite la face latérale du troisième ventricule, FIG. **435**.

Là face externe de la couche optique répond au bras postérieur de

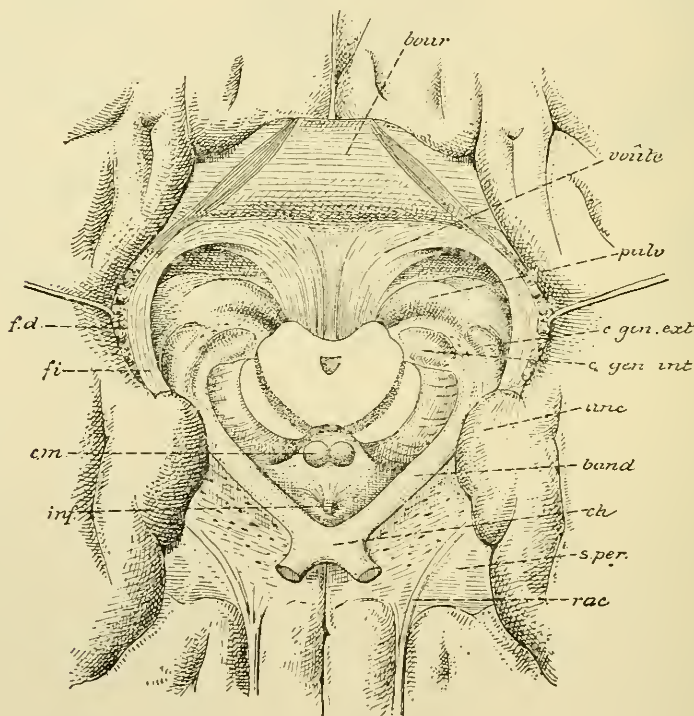


FIG. **436**.

Rapports des bandelettes optiques avec les corps genouillés et les couches optiques. Gr. nat.

fd : Faisceau denté.
fi. : Fimbria.
cm : Corps mamillaires.
inf. : Infundibulum.
rac. : Racine olfactive.
s.per. : Substance perforée antérieure.
ch. : Chiasma des nerfs optiques.
band. : Bandelette optique.
unc. : Repli unciforme.
bour. : Bourrelet du corps calleux.

la capsule interne. Un grand nombre de fibres nerveuses pénètrent par cette face latérale dans la couche optique. Elles appartiennent à ce qu'on

appelle la *couronne rayonnante de la couche optique* et relient l'écorce grise du cerveau terminal à la masse grise du cerveau intermédiaire.

Les auteurs admettent encore qu'un certain nombre de fibres de la voie sensitive centrale ou fibres de la couche du ruban de Reil se terminent dans la couche optique. Il en serait de même d'une partie au moins des fibres des pédoncules cérébelleux supérieurs.

Métathalamus ou *corps genouillés*. Les *corps genouillés* sont des noyaux gris situés à la limite du cerveau intermédiaire et du cerveau moyen, dans l'épaisseur même de chaque bandelette optique, fig. 436. Nous verrons plus tard que, arrivée près de l'axe nerveux, la bandelette optique se divise, de chaque côté, en une racine externe et une racine interne. Les fibres de la racine externe se terminent en grande partie dans la masse grise du corps genouillé externe. tandis que les fibres de la racine interne trouvent, en partie aussi, leur terminaison dans le corps genouillé interne, fig. 436. Les fibres optiques destinées au corps genouillé externe s'y terminent par des ramifications libres et s'y mettent en connexions avec des cellules nerveuses dont les prolongements cylindraxiles se rendent dans la voie optique centrale.

Epithalamus. A la partie supérieure de la face interne de chaque couche optique se trouve un petit faisceau blanc à direction antéro-postérieure : la *strie médullaire de la couche optique*, fig. 437. Les fibres constitutives de cette strie se terminent dans le ganglion de l'habénula ; on ignore encore où ces fibres ont leurs cellules d'origine. D'après Edinger et Kölliker ces fibres appartiendraient à la voie olfactive.

Arrivée dans le voisinage du corps pinéal, la strie médulaire s'épaissit considérablement et prend le nom de *trigone de l'habénula*. Ce trigone est formé de fibres nerveuses et de cellules nerveuses. Les fibres nerveuses appartiennent à la strie médullaire correspondante ; elles se terminent dans le trigone de l'habénula par des ramifications libres. L'ensemble des cellules nerveuses forment une petite masse grise connue sous le nom de *ganglion de l'habénula*. Ce sont des cellules multipolaires dont les prolongements cylindraxiles se dirigent en arrière pour se réunir en un petit faisceau compact désigné sous le nom de *faisceau de Meynert* ou *faisceau rétro-réflexe*. Ce faisceau se dirige en arrière, traverse le mésencéphale en longeant la face interne du noyau rouge et s'étend jusque dans le ganglion interpédonculaire où ses fibres constitutives se terminent par des ramifications libres. (Van Gehuchten, Edinger, Cajal, Kölliker).

Les deux ganglions de l'habénula sont reliés l'un à l'autre par un

petit faisceau de fibres nerveuses passant au-devant de la base du corps pinéal; la partie de ce faisceau comprise entre le trigone de l'habénula et la base du corps pinéal a été désignée pendant longtemps sous le nom

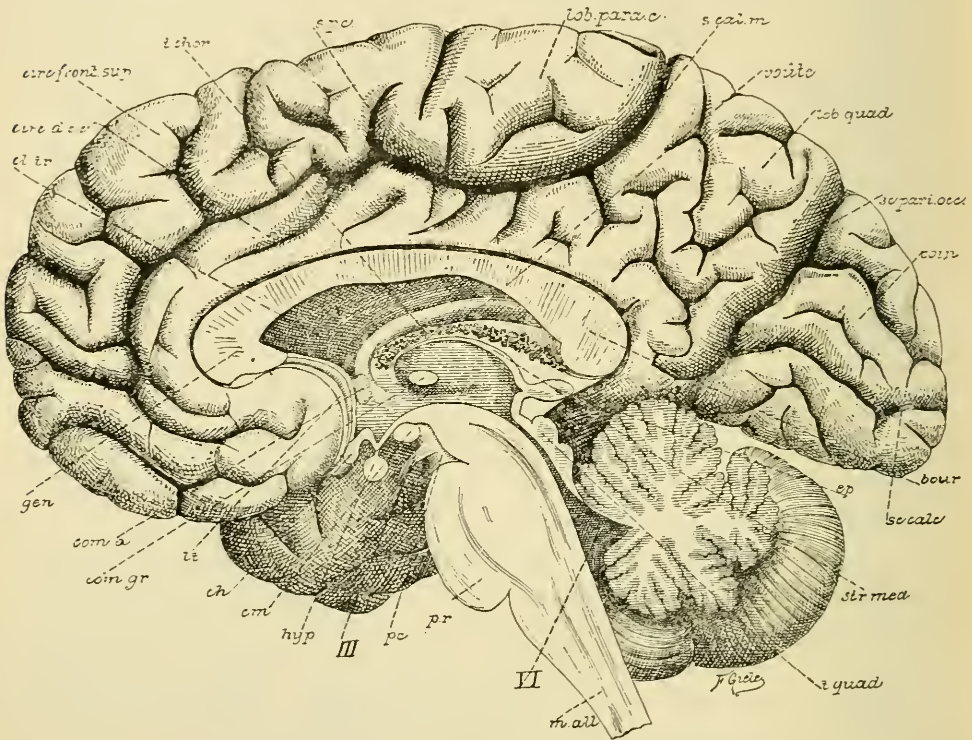


Fig. 437.

Vue d'une section médiane de l'encéphale montrant les diverses parties qui le constituent : cerveau, cervelet, protubérance annulaire, *pr*, et moelle allongée, *m. all*.
Gr. nat. 2/3.

cl. tr. : Cloison transparente.
circ. d. cc. : Circonvolution du cors calleux,
t. chor. : Toile choroïdienne.
s. pc. : Sillon paracentral.
s. cal. m. : Sillon calloso-marginal.
sc. pari. occ. : Fissure pariéto-occipitale.
sc. calc. : Fissure calcarine.
ép. : Épiphyse.
str. méd. : Strie médullaire.
t. quad. : Tubercules quadrijumeaux.
VI : Quatrième ventricule.
p.c. : Pédoncule cérébral.
III : Nerf oculo-moteur commun.
hyp. : Hypophyse.
cm. : Corps mamillaires.
ch. : Chiasma des nerfs optiques.
lt. : Lame terminale.
com. g. : Commissure grise.
com. a. : Commissure antérieure.
gen. : Genou du corps calleux.

de *pédoncule du corps pinéal*. On pense que les fibres constitutives de ces pédoncules établissent une connexion entre les ganglions de l'habénula, *commissure des habénulas (commissura habenularum)*, mais on ignore encore où ces fibres ont leur origine et leur terminaison.

Corps pinéal ou épiphyse. *L'épiphyse* est un petit organe énigmatique que quelques auteurs considèrent comme un organe rudimentaire, représentant un œil pariétal ou le troisième œil des vertébrés. Chez l'homme adulte, cet organe est constitué de tubes épithéliaux enroulés, de vaisseaux sanguins et d'un dépôt de sels calcaires. CAJAL a pu y poursuivre les ramifications terminales d'un certain nombre de fibres nerveuses sympathiques provenant du plexus sympathique des artères voisines.

Commissure postérieure. En dessous de la base de l'épiphyse, en arrière de la commissure interhabénulaire, nous trouvons un faisceau transversal de fibres nerveuses qui constitue la *commissure postérieure.* Il appartient déjà au cerveau moyen. On pense que ces fibres proviennent, du moins en partie, de la couche optique, qu'elles s'entrecroissent dans la commissure, puis se recourbent dans le cerveau moyen. Mais on ne sait pas de quelles cellules nerveuses proviennent ces fibres, ni dans quelles masses grises elles vont se terminer.

Hypothalamus.

La région sous-thalamique appartient à la fois au diencéphale et au télencéphale. C'est une des régions les plus complexes du névraxe. On la divise en deux parties : une *partie mamillaire* et une *partie optique.*

Nous avons vu que la partie mamillaire de l'hypothalamus, ou partie dépendant du diencéphale, comprend les corps mamillaires avec l'éminence sacculaire de Retzius et une partie du tubercule cendré, FIG. **438**, tandis que l'infundibulum, la tige pituitaire avec l'hypophyse, le chiasma des nerfs optiques, le récessus optique et la lame terminale appartiennent à la *partie optique* ou partie de l'hypothalamus dépendant du télencéphale.

Corps mamillaires. Les *corps mamillaires,* FIG. **438**, sont formés d'une masse grise centrale entourée d'une couche blanche périphérique. Les piliers antérieurs du trigone cérébral viennent y aboutir. Ces piliers sont formés de fibres nerveuses qui ont leurs cellules d'origine dans la corne d'Ammon du cerveau terminal et qui viennent se terminer, par des ramifications libres, dans la substance grise du corps mamillaire (CAJAL). Ainsi que nous le verrons plus tard, ces fibres des piliers antérieurs appartiennent à la voie olfactive. De plus, d'après les recherches de EDINGER, les corps mamillaires seraient aussi le lieu de terminaison des fibres de la voie olfactive venant directement des bulbes olfactifs. D'autre part, on admet qu'un faisceau de fibres nerveuses relie chaque corps mamillaire à la face interne de la couche optique correspondante : il est connu sous

le nom de *faisceau de Vicq d'Azyr* ou *faisceau thalamo-mamillaire.* Kölliker a pu poursuivre les fibres constitutives de ce faisceau jusque dans le noyau antérieur de la couche optique où elles se terminent par des ramifications libres. Il vaudrait donc mieux l'appeler *faisceau mamillo-thalamique.* Un autre faisceau part du corps mamillaire et a pu être poursuivi en arrière jusque dans la région de la calotte du cerveau moyen, c'est le *faisceau de la calotte (Haubenbündel* des auteurs allemands) ou *faisceau pédunculo-mamillaire.* Cajal a établi que les fibres constitutives de ces deux faisceaux proviennent des cellules constitutives du corps mamillaire. L'axone de chacune de ces cellules se dirige d'abord en haut, en formant le *pédoncule du corps mamillaire,* puis se bifurque en une branche antérieure grosse devenant une fibre du faisceau de Vicq d'Azyr et une branche postérieure, plus grêle, prenant part à la constitution

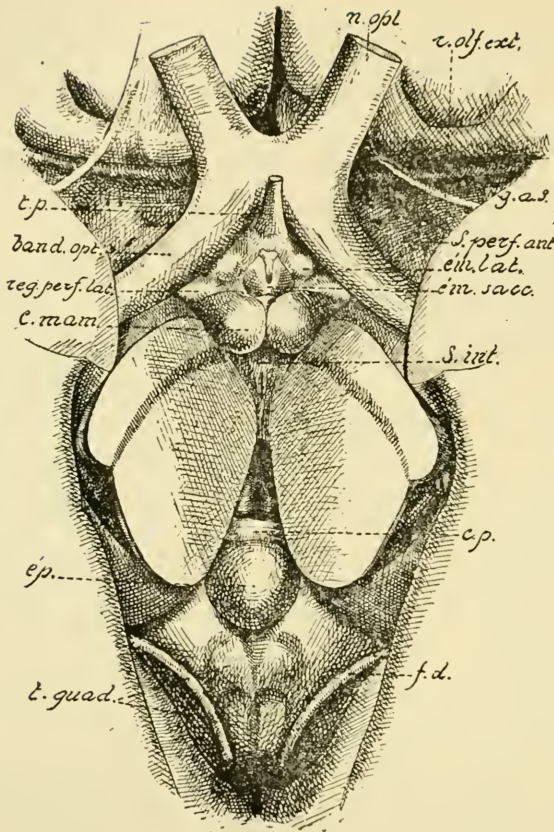


Fig. 438.

Partie de la base du cerveau comprise entre le chiasma optique, les bandelettes optiques et des pédoncules cérébraux. et montrant les principales parties de l'hypothalamus. Gr. mat. 1 1/2.

n. opt. : Nerf optique.
s. perf. ant. : Substance perforée antérieure
band. op. : Bandelette optique.
t. p. : Tige pituitaire.
ém. lat. : Eminence latérale.
r. perf. lat. : Région perforée latérale.
ém. sacc. : Eminence sacculaire.
c. mam. : Corps mamillaires.
s. pert. p. : Substance interpédonculaire.
ép. : Corps pinéal.
c. p. : Commissure postérieure.
t. quadr. : Empreinte des tubercules quadrijumeaux.
f. cin. : Fasciola cinerea.

du faisceau de la calotte. Kölliker a confirmé cette découverte de Cajal. On ignore encore où se terminent les fibres du faisceau postérieur.

Substance interpédonculaire. La *lame grise interpédonculaire*, étendue entre les pédoncules cérébraux et les corps mamillaires, est formée essentiellement par l'épithélium épendymaire du troisième ventricule renforcé par une couche de tissu neuroglique. On y observe quelques fibres entrecroisées constituant la *commissure de Forel.*

Dans la lame grise étendue entre l'infundibulum et la lame terminale, immédiatement au-dessus du chiasma des nerfs optiques, on rencontre quelques faisceaux de fibres entrecroisées constituant la *commissure de Meynert.* On ne connaît rien de certain quant à l'origine et à la terminaison des fibres de ces deux commissures.

Infundibulum et hypophyse. Au devant des corps mamillaires, on trouve une dépression infundibuliforme du plancher du troisième ventricule constituant l'*infundibulum ;* celui-ci est relié par la tige pituitaire à un organe énigmatique appelé *hypophyse.* Des recherches embryologiques ont montré que l'hypophyse est formée de deux parties : une partie antérieure, représentant une dépendance de la voûte de pharynx, formée d'un peloton de petits tubes épithéliaux et une partie postérieure formée par un diverticulum du plancher du troisième ventricule. Cette partie postérieure, de nature nerveuse, est formée à la fois de cellules et de fibres. Les cellules, de forme triangulaire, sont pourvues de prolongements courts. Cajal les a obtenues imprégnées par le chromate d'argent dans l'hypophyse de la souris blanche, mais il n'a pu établir leur véritable nature. Les fibres nerveuses abondamment ramifiées forment, dans toute l'étendue de l'hypophyse, un plexus inextricable. Ces fibres représentent les prolongements cylindraxiles d'un groupe de cellules nerveuses situé en arrière du chiasma des nerfs optiques. Plusieurs de ces fibres se terminent déjà dans l'épaisseur de la tige pituitaire, d'autres pénètrent jusque entre les cellules épithéliales de la partie antérieure glandulaire de l'hypophyse (Cajal).

Région sous-optique. Entre les couches optiques et le cerveau moyen existe encore une région importante appelée *région sous-optique.* Sa structure est loin d'être connue. On y a décrit un grand nombre de noyaux de substance grise et de faisceaux de fibres nerveuses s'entrecroisant dans tous les sens — corps de Luys, faisceau de la calotte, fibres venant de la commissure postérieure, etc. — mais dont on ignore encore complètement et les relations anatomiques et la valeur physiologique. Il vous suffit pour le moment de savoir qu'il existe là une région d'une structure très complexe. Lorsque des recherches ultérieures nous auront fourni des données pré-

cises, il vous sera toujours facile de les inscrire dans le schéma général que vous vous serez construit de la structure de cette partie importante de l'axe cérébro-spinal.

La circulation du cerveau intermédiaire.

Les artères nourricières des différentes parties du cerveau intermédiaire naissent toutes des artères cérébrales et des artères communicantes postérieures.

Au moment où l'artère cérébrale postérieure a contourné le pédoncule cérébral, elle émet, près de la ligne médiane, une artère destinée à la toile choroïdienne du troisième ventricule : c'est l'*artère choroïdienne postérieure et moyenne* (Duret). Celle-ci longe de chaque côté l'épiphyse en lui donnant des rameaux, puis se divise en deux branches, dont l'une s'épuise dans la toile choroïdienne et l'autre se rend dans le plexus choroïde latéral.

La toile choroïdienne reçoit encore une *artère choroïdienne antérieure* venant de la carotide interne et une *artère choroïdienne postérieure et latérale;* celle-ci vient aussi de l'artère cérébrale postérieure et s'épuise dans la toile choroïdienne et dans le plexus choroïde latéral.

Les artères destinées à la couche optique se divisent, d'après Duret, en *artères optiques internes*, *artères optiques moyennes* ou *ventriculaires* et *artères optiques externes.*

Les *artères optiques internes* sont au nombre de deux : une antérieure et une postérieure. L'*artère optique interne et antérieure* naît de l'artère communicante postérieure, traverse le plancher du troisième ventricule entre les corps mamillaires et l'infundibulum et va se distribuer à la partie antérieure de la couche optique. L'*artère optique interne et postérieure* naît de l'artère cérébrale postérieure ou de l'artère communicante postérieure; elle traverse la partie antérieure de la substance perforée postérieure et s'épuise dans la partie postérieure de la face interne de la couche optique en abandonnant des rameaux à la commissure grise.

Les *artères optiques ventriculaires* naissent des artères de la toile choroïdienne. Celles-ci sont situées dans l'épaisseur de cette membrane, de chaque côté de la ligne médiane, et émettent, à de courtes distances, de petites artérioles qui pénètrent perpendiculairement dans les faces internes des couches optiques.

Les *artères optiques externes* naissent également de l'artère cérébrale postérieure et se rendent aux corps genouillés et à l'extrémité postérieure de la couche optique ou *pulvinar*.

Les corps mamillaires, l'infundibulum avec l'hypophyse, le chiasma des nerfs optiques avec les bandelettes optiques et la lame terminale reçoivent de petites artérioles des artères communicantes postérieures.

Les veines de la couche optique se rendent dans les veines de Galien et par là dans le sinus droit, ainsi que nous le verrons en décrivant la circulation du cerveau terminal.

II. Le nerf optique.

Un seul nerf périphérique est en connexion avec le cerveau intermédiaire, c'est le nerf optique ou la deuxième paire des nerfs craniens.

Le nerf optique occupe dans le groupe des nerfs cérébro-spinaux une place tout à fait spéciale. Il n'est nullement comparable à un autre nerf périphérique, car il constitue en réalité une partie de la substance blanche de l'axe cérébro-spinal lui-même.

L'étude du développement embryonnaire nous apprend, en effet, que le nerf optique, ainsi que la rétine, provient de chaque côté de la vésicule cérébrale primitive au moyen d'un petit diverticulum qui constitue la vésicule optique.

Le nerf optique présente d'ailleurs la même structure que la substance blanche de l'axe cérébro-spinal : il est formé de fibres nerveuses à myéline sans membrane de Schwann entremêlées à des cellules de neuroglie.

On décrit cependant au nerf optique, comme à tout nerf cérébro-spinal, une origine réelle, une origine apparente et un trajet périphérique.

Origine réelle. Les fibres du nerf optique ont leurs cellules d'origine dans la rétine elle-même.

Les recherches de Ramon y Cajal sur la structure de la rétine des vertébrés nous ont appris que cette membrane nerveuse a une structure beaucoup plus simple qu'on ne l'avait décrite jusqu'ici. Dans tous les traités classiques d'anatomie et d'histologie, on a décrit, pendant longtemps, la rétine comme constituée d'un grand nombre de couches différentes que l'on distinguait les unes des autres par l'aspect particulier qu'elles prennent sous l'action des réactifs colorants.

La méthode de Golgi a montré que la rétine est formée essentiellement, chez tous les vertébrés, de trois couches d'éléments nerveux superposés, FIG. 439.

1° *La couche des cellules visuelles.* Ce sont des cellules nerveuses bipolaires dont les prolongements périphériques, plus ou moins longs et

plus ou moins épais, arrivent à la surface libre de la rétine pour y constituer les bâtonnets et les cônes, et dont le prolongement central pénètre dans la profondeur de la rétine et s'y termine librement, soit par un petit épaississement sphérique (bâtonnets), soit par une petite touffe de ramifications indépendantes (cônes). Cette couche des cellules visuelles correspond à la fois à la zone des cônes et des bâtonnets, à la couche granuleuse externe et à une partie de la couche moléculaire externe des auteurs, FIG. 439.

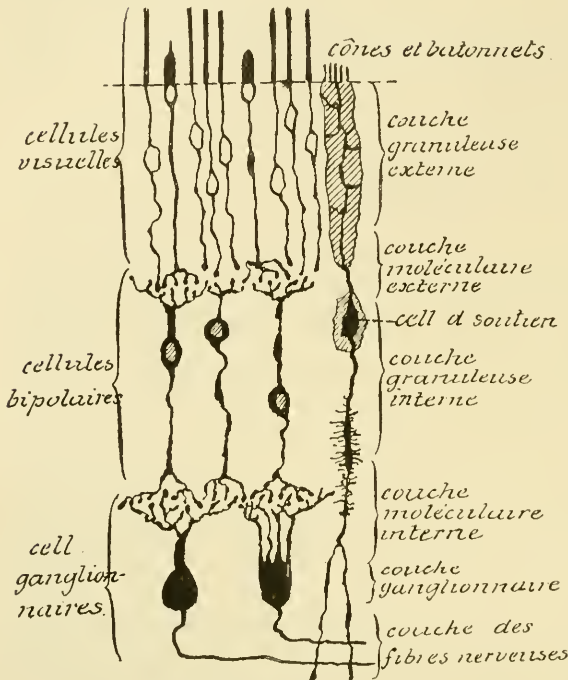


FIG. 439.
Les éléments essentiels de la rétine du chien.

2° *La couche des cellules bipolaires.* Ce sont des éléments nerveux de forme bipolaire, dont le prolongement périphérique se dirige vers la couche des cônes et des bâtonnets et se termine, par une touffe de ramifications libres, au niveau de l'extrémité interne des éléments de la couche précédente. Les ramifications terminales internes des cônes et des bâtonnets et les ramifications externes des cellules bipolaires viennent, à ce niveau, se mettre en contact pour s'y transmettre les ébranlements nerveux. Cet entrelacement de ramifications terminales donne à cette zone de la rétine un aspect spécial qui lui a valu le nom de *couche moléculaire externe*, FIG. 439.

Le prolongement interne de chaque cellule bipolaire, plus ou moins long, se termine également par une arborisation assez complexe dans la profondeur de la rétine. Les corps de ces cellules bipolaires ne sont pas tous situés au même niveau, mais ils sont placés les uns au-dessus des autres de telle façon que les cellules voisines puissent s'engréner l'une dans l'autre. Il en résulte une couche assez épaisse, riche en noyaux, qui prend une coloration spéciale par les différents réactifs colorants : c'est la *couche granuleuse interne* des auteurs.

3° *La couche des cellules ganglionnaires.* Elle constitue la couche la plus profonde de la rétine. Elle est formée de cellules nerveuses volumineuses ; chacune d'elles est pourvue de plusieurs prolongements protoplasmatiques périphériques et d'un seul prolongement cylindraxile central. Les prolongements protoplasmatiques se dirigent vers la profondeur de la rétine et s'y terminent par des arborisations libres qui s'enchevêtrent avec les arborisations des prolongements internes des cellules bipolaires. Cet entrelacement se fait sur une zone assez large de la rétine et produit une couche spéciale : la *couche moléculaire interne.*

Les corps des cellules nerveuses sont placés presque sur une même ligne horizontale, ils forment la *couche ganglionnaire.* Les prolongements cylindraxiles de ces cellules nerveuses se réunissent en dedans de la couche des cellules ganglionnaires pour se rendre vers la papille du nerf optique. Ils constituent la *couche des fibres optiques.*

Ces trois éléments superposés : cellules visuelles, cellules bipolaires et cellules ganglionnaires, forment les *éléments constitutifs essentiels* de la rétine. La structure de cette membrane nerveuse se complique ensuite, ainsi que nous le verrons en décrivant plus spécialement la structure de l'œil, par l'adjonction de nouveaux éléments. Parmi ceux-ci, les uns, de nature épithéliale, ont simplement pour fonction de servir de cellules de soutien aux éléments nerveux ; ils sont connus depuis longtemps sous le nom de *fibres de Müller*, FIG. 439 ; les autres, de nature nerveuse, affectent dans la rétine une disposition transversale ; ils ont probablement pour fonction de relier entre elles des cellules visuelles et des cellules bipolaires placées à de grandes distances. Ces cellules nerveuses horizontales sont situées au niveau de la couche moléculaire externe. Leurs prolongements protoplasmatiques viennent en contact avec les ramifications internes des cellules visuelles et leurs prolongements cylindraxiles traversent horizontalement la couche moléculaire pour se terminer, par des ramifications libres, à une distance variable de la cellule d'origine, FIG. 440.

Dans toute l'épaisseur de la couche moléculaire interne, on trouve encore des cellules spéciales qui semblent dépourvues de prolongement cynlindraxile et dont les prolongements protoplasmatiques se dirigent en bas, se ramifient et se terminent dans l'épaisseur de la couche moléculaire, FIG. 440. Ces cellulles portent le nom de *spongioblastes* ou *cellules anacrines* de CAJAL. On ne connaît pas leur fonction physiologique.

Les éléments nerveux constitutifs de la rétine présentent des caractères particuliers qui les distinguent des autres éléments de l'axe cérébro-spinal.

A l'exception des cellules ganglionnaires et des cellules horizontales, auxquelles on distingue facilement un prolongement cylindraxile et des prolongements protoplasmatiques, tous les autres éléments rétiniens, cellules visuelles et cellules bipolaires, semblent pourvus de prolongements morphologiquement identiques.

Vous vous rappelez que pour distinguer, dans un élément nerveux, le prolongement cylindraxile des prolongements protoplasmatiques, on a

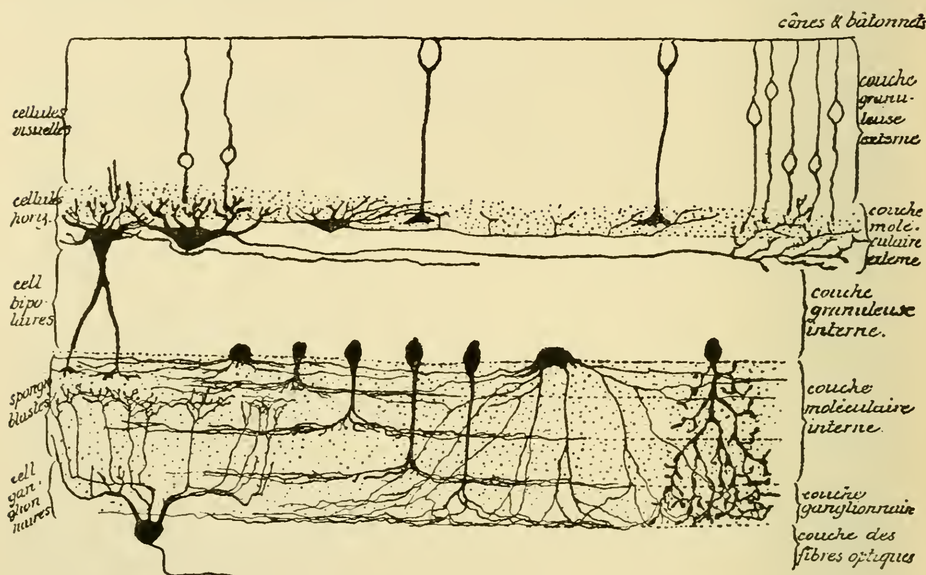


FIG. **440.**

Les cellules horizontales de la couche moléculaire externe et les spongioblastes de la couche moléculaire interne dans la rétine d'un mammifère (d'après RAMON Y CAJAL).

tort de s'appuyer exclusivement sur leurs caractères morphologiques. Ce dont il faut tenir compte avant tout, c'est de la direction suivant laquelle se fait la conduction nerveuse. Nous avons dit, en effet, que nous appelons *prolongements protoplasmatiques* tous les prolongements d'un élément nerveux qui possèdent la conduction cellulipète et que nous considérons comme *prolongement cylindraxile* tout prolongement qui jouit de la conduction cellulifuge. Si l'on applique ces données aux éléments de la rétine, le prolongement périphérique de chacune des cellules visuelles et de chacune des cellules bipolaires devient un prolongement protoplasmatique, tandis que les prolongements internes de ces mêmes cellules rentrent dans le groupe des prolongements cylindraxiles.

La rétine se trouve donc constituée de trois neurones superposés :

cellules visuelles, cellules bipolaires et cellules ganglionnaires, qui tous envoient leurs prolongements protoplasmatiques vers la périphérie et leurs prolongements cylindraxiles vers le centre.

Les neurones visuels recueillent les impressions lumineuses par leurs prolongements périphériques, les cônes et les bâtonnets, et les transmettent par leurs prolongements cylindraxiles aux prolongements périphériques des cellules bipolaires et aux prolongements protoplasmatiques des cellules

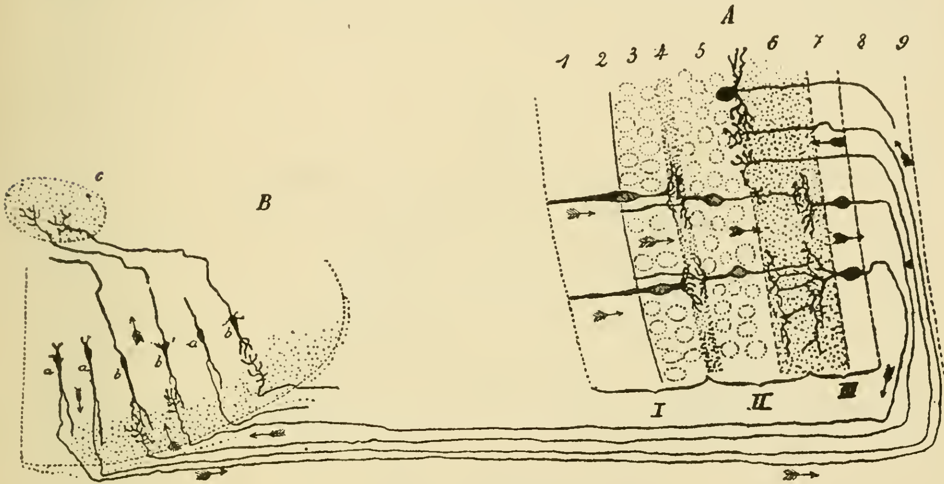


Fig. 441.

Schéma indiquant le trajet que suivent les impressions lumineuses pour aller de la rétine à l'axe cérébro-spinal (d'après Ramon y Cajal),

A. La rétine :
I. Couche des cellules visuelles.
II. Couche des cellules bipolaires.
III. Couche des cellules ganglionnaires.
1. Couche des cônes et des bâtonnets.
2. Couche limitante externe.
3. Couche granuleuse externe.
4. Couche moléculaire externe.
5. Couche granuleuse interne.
6. Couche moléculaire interne.
7. Couche ganglionnaire.
8. Couche des fibres optiques.
9. Couche limitante interne.

B. L'axe nerveux :
Couche optique, corps genouillé externe ou éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux.
a. Cellules nerveuses envoyant leur prolongement cylindraxile dans la rétine.
b. Cellules nerveuses envoyant leur prolongement cylindraxile vers l'écorce cérébrale, *c*.

horizontales ; celles-ci les transmettent, par leurs prolongements cylindraxiles à des cellules bipolaires placées plus loin. Des cellules bipolaires, les impressions lumineuses passent dans les prolongements protoplasmatiques des cellules ganglionnaires ; elles arrivent ainsi dans les fibres du nerf optique qui les conduisent vers le cerveau intermédiaire et le cerveau moyen, fig. 441.

Mais toutes les fibres du nerf optique ne proviennent pas des cellules

ganglionnaires de la rétine. Un certain nombre d'entre elles ont leurs cellules d'origine dans les masses grises centrales : couche optique, corps genouillé externe ou éminence antérieure des tubercules quadrijumeaux, et se terminent dans les couches profondes de la rétine par des arborisations libres. Ces fibres optiques d'origine centrale ont été décrites par Ramon y Cajal et par nous dans les nerfs optiques des oiseaux. De plus, Ramon y Cajal a retrouvé leurs arborisations terminales dans la rétine de tous les vertébrés. Il suppose que ces fibres ont pour fonction d'agir sur les prolongements protoplasmatiques des spongioblastes si abondants dans

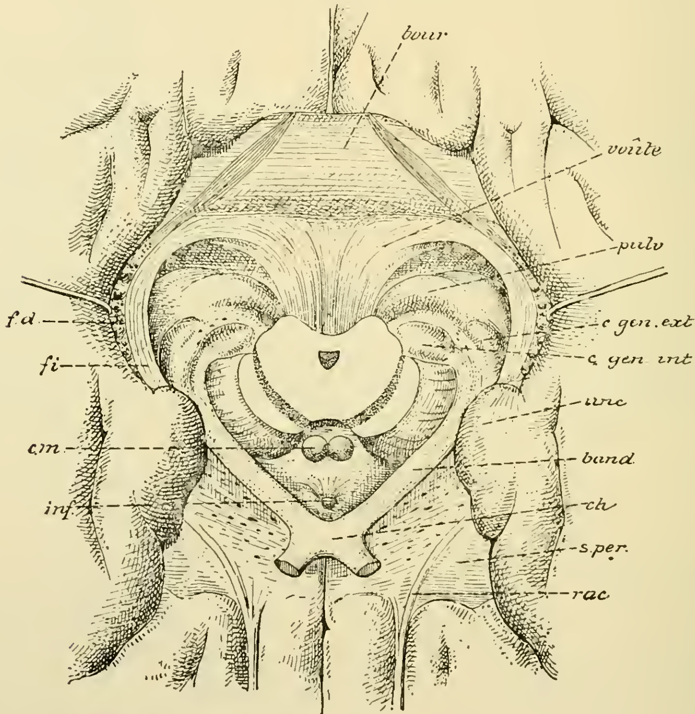


Fig. 442.

Rapports des bandelettes optiques avec les corps genouillés et les couches optiques. Gr. nat.

fd : Faisceau denté.
fi. : Fimbria.
cm : Corps mamillaires.
inf. : Infundibulum.
rac. : Racine olfactive.
s.per. : Substance perforée antérieure.
ch. : Chiasma des nerfs optiques.
band. : Bandelette optique.
unc. : Repli unciforme.
bour. : Bourrelet du corps calleux.

la couche moléculaire interne. Ces derniers à leur tour agiraient alors sur les cellules ganglionnaires d'une façon qui nous échappe encore pour le moment, puisque ces éléments semblent dépourvus de prolongements cylindraxiles.

Trajet périphérique. Chaque nerf optique, ainsi constitué de fibres d'origine centrale et de fibres d'origine périphérique, traverse les enveloppes du globe oculaire : la choroïde et la sclérotique. Il parcourt alors la cavité orbitaire en se dirigeant en arrière et en dedans, traverse le trou optique et arrive dans la boîte cranienne, sur la face inférieure du cerveau terminal, immédiatement au devant de l'infundibulum. A ce niveau, les deux nerfs optiques présentent un entrecroisement de leurs fibres constitutives appelé *chiasma des nerfs optiques* ; celui-ci repose dans la gouttière transversale que présente la face supérieure du corps du sphénoïde au niveau des deux trous optiques. Des angles postérieurs de ce chiasma partent les bandelettes optiques, FIG. **442**.

On admet généralement, depuis GUDDEN, que l'entrecroisement des fibres du nerf optique n'est pas complet. Arrivées près du chiasma, les fibres de chaque nerf se divisent en deux faisceaux : un faisceau interne et un faisceau externe. Le *faisceau externe* ne subit pas d'entrecroisement; il longe le bord externe du chiasma et se rend directement dans la partie externe de la bandelette optique du même côté. On l'appelle encore le *faisceau direct.* Le *faisceau interne* s'entrecroise au contraire avec le faisceau correspondant de l'autre nerf optique pour se rendre dans la bandelette optique du côté opposé. On l'appelle encore le *faisceau croisé*, FIG. **443**.

Des recherches cliniques ont montré que les fibres qui, dans le chiasma, ne subissent pas d'entrecroisement, proviennent de la partie externe ou temporale de la rétine, tandis que les fibres qui s'entrecroisent dans le chiasma proviennent de la partie interne ou nasale de la rétine.

De ces deux faisceaux, l'interne est le plus volumineux; il correspond environ aux deux tiers internes de la rétine, tandis que le faisceau externe ne correspond qu'au tiers externe de cette membrane.

Du chiasma des nerfs optiques partent les deux bandelettes optiques. Chacune d'elles contourne le pédoncule cérébral pour se rendre dans le cerveau intermédiaire et le cerveau moyen.

Chaque bandelette optique renferme trois espèces de fibres nerveuses :

1° Des *fibres directes* allant du tiers externe de la rétine dans la bandelette optique correspondante.

2° Des *fibres croisées* reliant les deux tiers internes de la rétine d'un côté aux masses grises du cerveau intermédiaire et du cerveau moyen du côté opposé.

3° Enfin, des *fibres commissurales*. Ce sont des fibres nerveuses qui n'entrent pas dans la constitution des nerfs optiques, mais qui relient entre

elles les masses grises postérieures des deux moitiés du cerveau moyen. Elles longent le bord interne de chaque bandelette optique et, arrivées au niveau

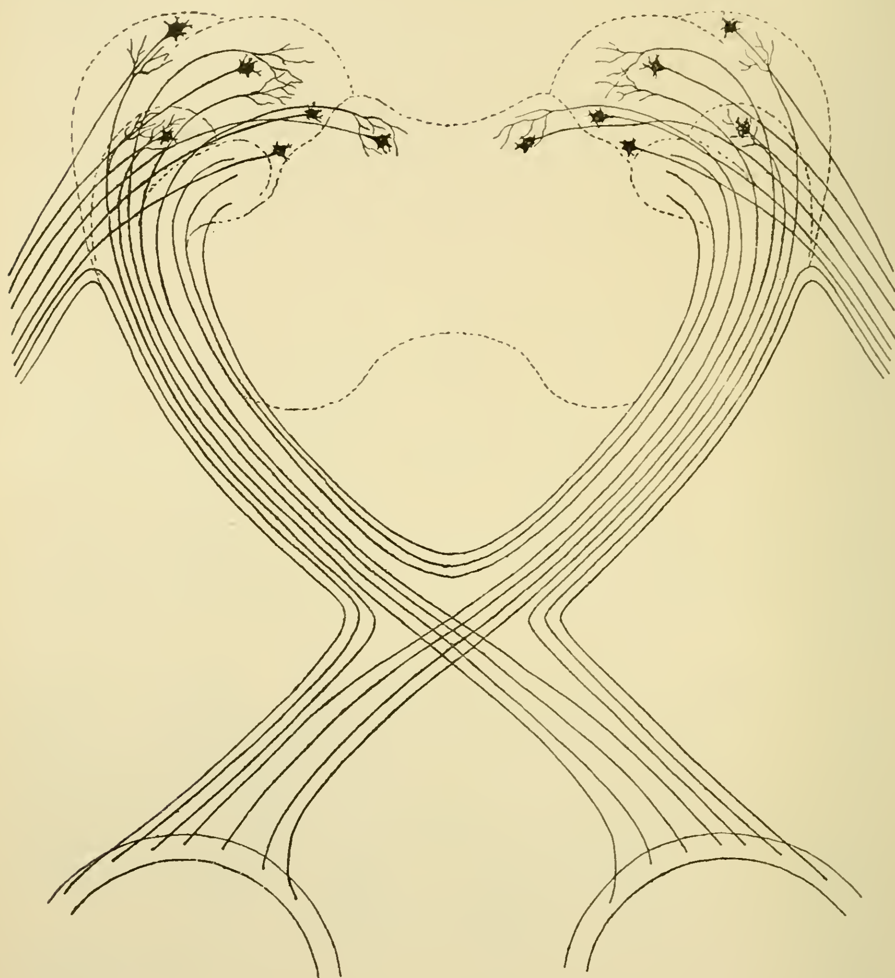


Fig. **443**.

Schéma montrant la constitution du chiasma des nerfs optiques et des bandelettes optiques.

du chiasma, passent dans la bandelette optique du côté opposé. Elles constituent ce qu'on appelle la *commissure de Gudden*.

Après avoir contourné le pédoncule cérébral correspondant, chacune des bandelettes optiques arrive à la limite du cerveau intermédiaire et du cerveau moyen et là se divise en deux racines : une racine interne et une

racine externe, FIG. 442. Les fibres de la *racine interne* représentent la continuation des fibres de la commissure de GUDDEN. Elles pénètrent dans le corps genouillé interne et s'étendent, par le bras inférieur des tubercules quadrijumeaux, jusque dans les éminences postérieures de ces tubercules. Ces fibres ne sont pas en rapport avec la vision, puisqu'elles ne subissent pas de dégénérescence secondaire, même après l'ablation des deux yeux.

La *racine externe* est la plus importante. Elle est constituée par les fibres du *faisceau direct* venant du tiers externe de la rétine du même côté et par les fibres du *faisceau croisé* venant des deux tiers internes de la rétine de l'œil opposé. Toutes ces fibres vont se terminer, par des ramifications libres, dans la masse grise du corps genouillé externe, de l'éminence antérieure des tubercules quadrijumeaux et de la partie postérieure de la couche optique. C'est là que, par leurs ramifications terminales, elles viennent se mettre en contact avec les éléments nerveux supérieurs, FIG. 443 et 444, qui envoient leurs prolongements cylindraxiles jusque dans l'écorce grise du cerveau terminal.

Quelques auteurs admettent cependant qu'un certain nombre de fibres de la racine externe ne se terminent pas dans ces masses grises du cerveau intermédiaire et du cerveau moyen, mais qu'elles pénètrent directement dans la substance blanche pour se rendre ainsi à l'écorce grise de l'hémisphère cérébral du même côté, FIG. 443.

Les fibres du nerf optique se terminent donc en partie dans les éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux. Vous vous

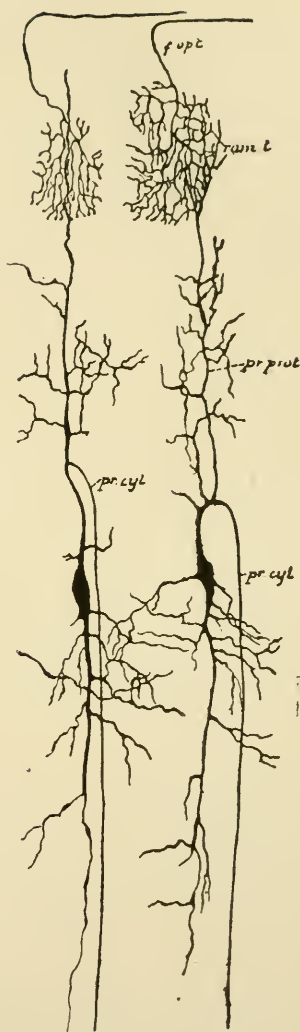


FIG. 444.

Terminaison des fibres du nerf optique dans les couches superficielles du lobe optique chez un embryon de poulet. Les ramifications cylindraxiles ne viennent en contact qu'avec les ramifications protoplasmatiques des cellules nerveuses du lobe optique.

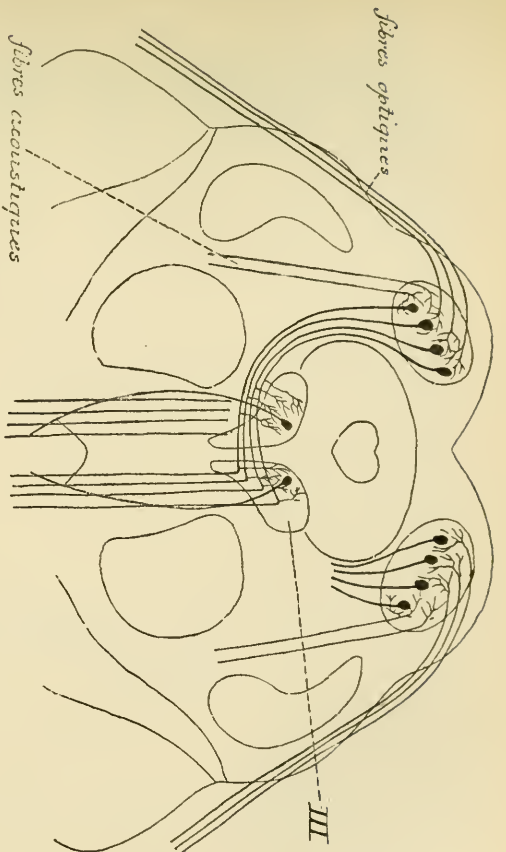
f. opt. : Fibres du nerf optique.
ram. t. : Leurs ramific. terminales.
pr. prot. : Prol. protoplasmatiques,
pr. cyl. : Prol. cylindraxiles des cell. nerv. du lobe optiq.

rappelez que c'est dans le voisinage immédiat de ces éminences, au-devant de l'aqueduc de Sylvius, que se trouvent les cellules radiculaires du nerf oculo-moteur commun innervant, par certaines de ses fibres, le muscle constricteur de l'iris. Une impression lumineuse un peu vive tombant sur la rétine amène la contraction de ce muscle et par suite le rétrécissement de la pupille. L'ébranlement nerveux a donc dû se transmettre des fibres optiques au groupe de cellules nerveuses en rapport avec le muscle constricteur de l'iris. On ignorait jusqu'ici le chemin suivi par l'ébranlement nerveux pour aller des fibres optiques au noyau d'origine du nerf de la troisième paire. D'après les recherches de H. Held confirmées par nous et par Cajal, il existe, dans le noyau des éminences antérieures, des cellules volumineuses dont les prolongements cylindraxiles se dirigent en avant et en dedans, passent au-devant du noyau du nerf oculo-moteur commun, s'entrecroisent dans le raphé, puis se recourbent en bas pour devenir fibres constitutives du faisceau longitudinal postérieur, fig. 445. Ces fibres abandonnent des collatérales qui se ramifient entre les cellules radiculaires du nerf oculo-moteur commun, et plus bas, entre les cellules radiculaires du nerf pathétique et du nerf oculo-moteur externe, établissant ainsi une connexion morphologique entre les fibres optiques et les cellules radiculaires de tous les nerfs moteurs des muscles de l'œil.

Origine apparente. On décrit, comme origine apparente de chaque nerf optique, les masses grises dans lesquelles viennent se terminer ses fibres constitutives : la couche optique, les corps genouillés interne et externe et les éminences antérieure et postérieure des tubercules quadrijumeaux.

Un entrecroisement partiel des fibres optiques ne s'observe pas chez tous les vertébrés. Les poissons et les oiseaux présentent une décussation totale : toutes les fibres d'un nerf optique s'entrecroisent dans le chiasma avec les fibres de l'autre nerf optique pour se rendre dans la bandelette optique du côté opposé. Un *faisceau direct* de fibres optiques n'apparaît que chez les vertébrés supérieurs. Il existe chez presque tous les mammifères, mais semble cependant le plus développé chez le singe et chez l'homme.

Singer et Münzer ont fait sur la constitution du chiasma des nerfs optiques, des recherches très étendues. Ils ont observé un *entrecroisement total* chez les oiseaux, le cobaye et la souris et un *entrecroisement partiel* chez le lapin, le chien et le chat. Ces observations tendent à prouver que la vision binoculaire n'est pas nécessairement liée à un entrecroisement partiel des fibres optiques dans le chiasma, comme Testut et d'autres semblent disposés à l'admettre.



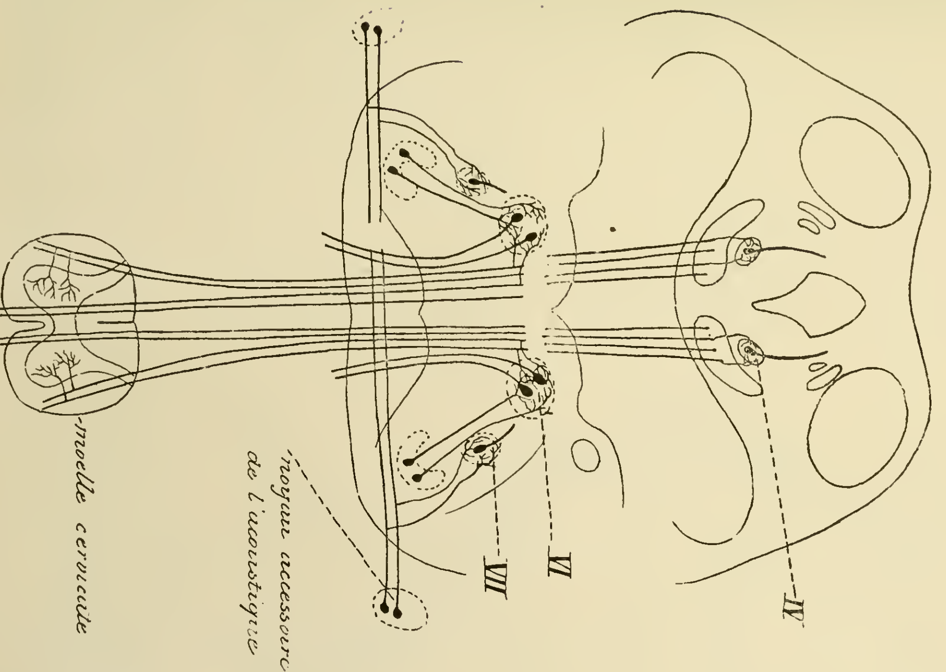


Fig. 445.

Schéma montrant l'origine et le trajet des fibres de la voie réflexe reliant les ramifications terminales des fibres optiques et des fibres acoustiques aux noyaux d'origine du nerf oculo-moteur commun, du nerf pathétique et du nerf oculo-moteur externe (construit d'après les descriptions de Hans Held).

Un entrecroisement partiel des fibres des nerfs optiques dans le chiasma n'est cependant pas admis sans conteste par tous les anatomistes. C'est Michel qui, dans ces derniers temps, s'est élevé avec le plus d'énergie contre l'existence d'un faisceau optique direct et qui réclame, pour tous les mammifères de même que pour l'homme, l'existence d'un entrecroisement *total*. L'entrecroisement partiel des fibres optiques a été admis, d'après lui, *a priori* comme un postulat indispensable, comme un moyen d'expliquer, anatomiquement et en apparence du moins, certains états normaux et certains cas pathologiques.

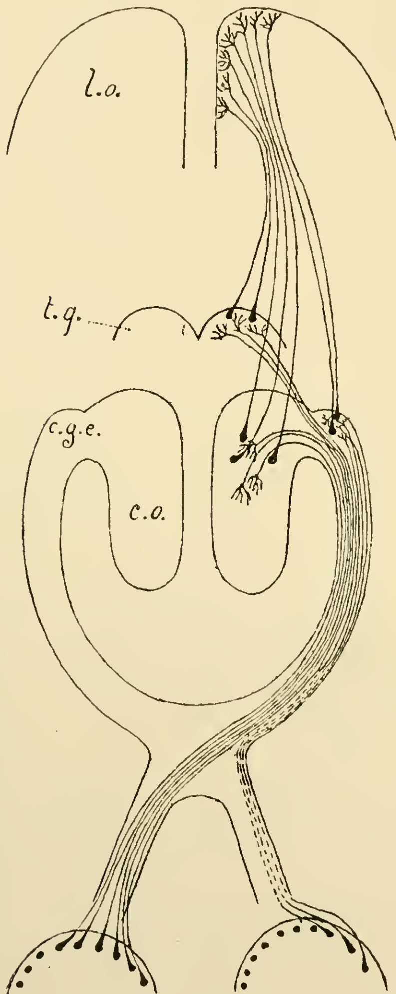


Fig. 446.

l.o. : Lobe occipital.
t.q. : Tubercules quadrijumeaux antérieurs.
c.g.e. : Corps genouillé externe.
c.o. : Couche optique.

Nous verrons plus tard que les fibres optiques de la voie centrale se terminent dans la substance grise corticale qui avoisine la fissure calcarine. Cette partie de la face interne des hémisphères cérébraux constitue le centre cortical pour la vision. Or, les recherches cliniques ont prouvé que quand ce centre cortical est lésé d'un seul côté, soit dans l'hémisphère cérébral gauche par exemple, les impressions lumineuses qui tombent sur la moitié externe ou temporale de la rétine de l'œil gauche et sur la moitié interne ou nasale de la rétine de l'œil droit ne sont plus perçues. Un pareil état pathologique est désigné en clinique sous le nom de *hémianopsie homolatérale* ou *homonyme*.

Un entrecroisement partiel des fibres du nerf optique, tel qu'il se trouve représenté dans notre fig. 446, semblait rendre compte de cet état pathologique.

Mais Michel fait remarquer à juste titre que :

1) Si l'hémianopsie homonyme doit trouver son explication dans les conditions anatomiques spéciales des fibres optiques dans le chiasma, on devrait admettre, dans ce chiasma, non pas l'existence d'un faisceau volumineux de fibres croisées et d'un faisceau plus grêle de fibres directes, mais bien un faisceau croisé et un faisceau direct d'égale importance, puisque il y a abolition de la perception pour toutes les impressions lumineuses qui tombent sur la moitié gauche des deux rétines.

2) Si chaque bandelette optique est formée d'un faisceau volumineux de fibres croisées et d'un faisceau plus petit de fibres directes, la lésion de la voie optique centrale, de celle de gauche par exemple, devrait être suivie d'une diminution de l'acuité visuelle de l'œil droit, tandis que l'acuité visuelle de l'œil gauche serait intacte et cela, parce que les fibres venant des deux tiers internes de la rétine droite étant lésées, la macula lutea de cette rétine ne se trouve plus en connexion avec l'écorce cérébrale.

Or, dans les cas typiques d'hémianopsie homolatérale, l'acuité visuelle des deux yeux est normale.

A ces deux points de vue donc un entrecroisement *partiel* des fibres optiques dans le chiasma n'est pas admissible.

Les recherches anatomiques faites dans le but d'élucider la question ont donné les résultats les plus contradictoires.

Gudden admet un entrecroisement partiel chez le lapin, le chien, le chat et l'homme; Michel, au contraire, a trouvé chez tous ces mammifères un entrecroisement total.

Nous avons vu, plus haut, que Singer et Münzer, en se basant sur l'étude des dégénérescences consécutives à l'extirpation d'un globe oculaire, admettent un entrecroisement total pour les fibres optiques chez les oiseaux, le cobaye et la souris et un entrecroisement partiel chez le lapin, le chien et le chat. Tout récemment encore, Cajal a publié les résultats de ses recherches sur la constitution du chiasma chez le rat et la souris, animaux que l'on considérait jusqu'ici comme présentant un entrecroisement total; or, Cajal admet, chez ces animaux, l'existence d'un faisceau optique direct. D'ailleurs Munk affirme que, même chez les oiseaux, l'entrecroisement des fibres optiques n'est pas complet.

Kölliker, qui a pu étudier les préparations de Michel, les a trouvées en concordance parfaite avec ses conclusions et dans les recherches que le savant anatomiste de Würzbourg a faites lui-même sur le chiasma des nerfs optiques chez l'homme, le renard, le chien et le chat, il a trouvé partout un entrecroisement total. Aussi arrive-t-il à la conclusion que, *au*

point de vue exclusivement anatomique, l'entrecroisement des fibres optiques, dans le chiasma, est complet chez l'homme, le chien, le chat et le lapin.

Des recherches récentes de PICK viennent confimer cette conclusion de KÖLLIKER, au moins pour ce qui concerne les fibres du nerf optique chez le lapin. PICK a détruit, chez un grand nombre de lapins, au moyen de l'aiguille galvano-caustique, des parties circonscrites de la rétine, puis, il a recherché par la méthode de MARCHI la position occupée, par les fibres dégénérées, dans le nerf optique, dans le chiasma et dans la bandelette optique afin de pouvoir établir les relations topographiques qui existent entre la rétine et le nerf optique d'un côté et la bandelette optique du côté opposé. A la suite de ces multiples recherches, PICK a formulé les conclusions suivantes :

Les fibres optiques conservent, sur tout leur trajet, aussi bien dans le nerf optique que dans la bandelette optique, leur position relative.

L'entrecroisement dans le chiasma se fait, d'une façon régulière, des fibres internes vers les fibres externes : ce sont d'abord les faisceaux les plus internes de chaque nerf optique qui passent dans le chiasma, puis arrivent les faisceaux voisins jusqu'aux plus externes.

La section transversale d'un nerf optique correspond donc, dans toute son étendue, à la section transversale de la bandelette optique du côté opposé : les fibres inférieures ou supérieures du nerf optique se continuent avec les fibres inférieures ou supérieures de la bandelette opposée de même que les fibres internes ou externes d'un nerf optique correspondent aux fibres externes ou internes de la bandelette opposée. L'entrecroisement, dans le chiasma, se fait donc exclusivement dans le sens transversal pendant que, dans le sens vertical, les fibres conservent leur position respective.

En résumé donc, les diverses régions de la rétine correspondent, point par point, à des régions correspondantes d'une section transversale du nerf optique du même côté et à des régions correspondantes d'une section transversale de la bandelette optique du côté opposé.

Si les recherches anatomiques ultérieures viennent confirmer l'existence d'un entrecroisement complet des fibres des nerfs optiques dans le chiasma, les cas d'hémanopsie homolatéral consécutive à des lésions corticales unilatérales voisines de la fissure calcarine devront alors, plus que probablement, être considérés comme l'expression clinique d'un entrecroisement partiel des *fibres optiques centrales* reliant les corps genouillés externes, les couches optiques et les éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux à l'écorce grise du cerveau terminal ainsi que nous avons essayé de le reproduire dans notre schéma de la FIG. 447.

Cet entrecroisement partiel des fibres optiques centrales n'est, dans l'état

actuel de la science, qu'une simple hypothèse imaginée par nous pour expliquer, anatomiquement, certains faits cliniques incontestables.

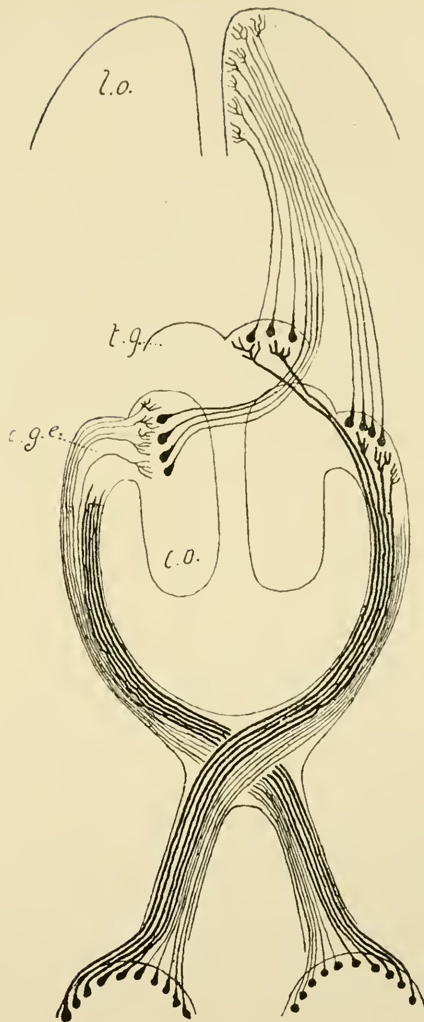


Fig. 447.
l.o. : Lobe occipital.
t.q. : Tubercules quadrijumeaux antérieurs.
c.g.e. : Corps genouillé externe.
c.o. : Couche optique.

Littérature

Cajal : *Estructura del talamo optico.* Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos, Madrid, 1895. — Kölliker : *Handbuch der Gewebelehre.* Leipzig, 1896. — Cajal : *Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encefalo.* III. *Hipofisis.* Anales de la Sociedad espanola de historia natural. Madrid, 1894. — *La rétine des vertébrés.* La Cellule, 1893. —

Estructura del lobulo optico de las aves y origen de los nervios opticos. Revista trimestrial de histologia normal, 1889. — *Sur la fine structure du lobe optique des oiseaux et sur l'origine réelle des nerfs optiques.* Intern. Monatsschr., 1890. — Van Gehuchten : *La structure des lobes optiques chez l'embryon du poulet.* La Cellule. 1892. — Singer et Münzer : *Beiträge zur Kenntniss der Sehnervenkreuzung.* Wien, 1888. — Testut : *Traité d'anatomie humaine.* 2e édition. — V. Michel : *Die Sehnervendegeneration und die Sehnervenkreuzung.* Festschrift, Würzburg, 1887. — Cajal : *Terminacion central de las fibras retinianas.* Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encefalo, Madrid, 1894. — Munk : *Ueber die Funktion der Grosshinrinde.* 1898. — Kölliker : *Handbuch der Gewebelehre.* Leipzig, 1896, pp. 565-572. — A. Pick : *Untersuchungen über die topographischen Beziehungen zwischen Retina, Opticus und gekreuztem Tractus opticus beim Kaninchen.* Nova acta der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Academie der Naturforscher, Bd. LXVI. Cité d'après le compte-renpu dans Neurologisches Centralbl., 1896, p. 691.

TRENTIÈME LEÇON

La structure interne du télencéphale.

Division du télencéphale en une partie ventrale formant la partie optique de l'hypothalamus et une partie dorsale comprenant le corps strié, le pallium et le rhinencéphale. — Structure interne du corps strié. — Le pallium : Structure interne de la substance corticale. Les différentes espèces de fibres nerveuses qui constituent la substance blanche du pallium : Fibres commissurales. Le corps calleux. Fibres d'association. Fibres de projection.

La structure interne du cerveau terminal ou télencéphale.

Le cerveau terminal est la partie la plus volumineuse de l'axe cérébro-spinal. Il est constitué par les deux hémisphères cérébraux reliés l'un à l'autre par le corps calleux, la commissure blanche antérieure, le psaltérium ou commissure des cornes d'Ammon et les organes médians de la partie antérieure de l'hypothalamus.

En étudiant la grosse anatomie de l'axe cérébro-spinal nous avons vu que le cerveau terminal, comme tous les segments constitutifs du névraxe, est formé d'une partie ventrale et d'une partie dorsale séparées l'une et l'autre par l'extrémité supérieure du sillon limitant des ventricules, ou sillon de Monro, nettement visible sur la face interne de chaque hémisphère cérébral.

La partie ventrale du télencéphale forme la partie optique de l'hypothalamus; elle comprend, ainsi que nous l'avons vu dans la leçon précédente, l'infundibulum avec l'hypophyse, le chiasma des nerfs optiques, le récessus optique et la lame terminale.

La partie dorsale du télencéphale a pris un développement considérable; elle comprend le *corps strié*, le manteau ou *pallium* et le *rhinencéphale*.

Le corps strié est formé par les diverses masses grises qui existent à la base du cerveau terminal et que l'on désigne sous les noms de *noyau caudé* (*nucleus caudatus*), *noyau lenticulaire* (*nucleus lentiformis*) et *avant-mur* (*claustrum*). Le pallium comprend à la fois la masse grise périphérique du cerveau terminal désignée sous le nom de *substance corticale* ou *écorce*

grise du télencéphale et toute l'étendue de la substance blanche interposée entre l'écorce grise et les ganglions de la base, FIG. **448.**

Le rhinencéphale forme une partie importante du cerveau terminal chez les mammifères à adorat fortement développé. Son importance est

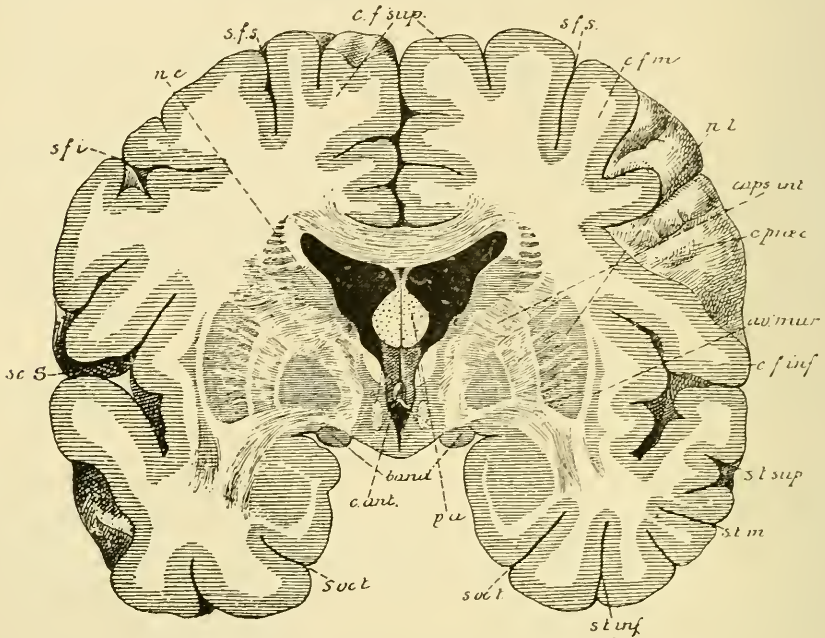


FIG. **448.**

Coupe frontale du cerveau terminal passant par la fissure de SYLVIUS et montrant le corps strié et le pallium. Gr. nat. 3/4.

sc. S. : Fissure de SYLVIUS.
s. f. i. : Sillon frontal inférieur.
nc : Noyau caudé.
s. f. s. : Sillon frontal supérieur.
c. f. sup. : Circonvolution frontale supérieure.
c. f. m. : Circonvolution frontale moyenne.
n. l. : Noyau lenticulaire.
caps. int. : Capsule interne.
s. prœc. : Sillon précentral.
av. mur. : Avant-mur.
c. f. inf. : Circonvolution frontale inférieure.
s. t. sup. : Sillon temporal supérieur.
s. t. m. : Sillon temporal moyen.
s. t. inf. : Sillon temporal inférieur.
s. occ. t. : Sillon occipito-temporal.
p. a. : Piliers antérieurs de la voûte.
band. : Bandelettes optiques.
c. ant. : Commissure antérieure.

beaucoup moindre dans le système nerveux de l'homme ainsi que nous le verrons dans notre prochaine leçon.

Le corps strié.

Les *masses grises centrales* du télencéphale, noyau caudé, noyau lenticulaire et avant-mur, sont formées de cellules nerveuses entremêlées aux ramifications

d'un grand nombre de fibrilles nerveuses. Les cellules nerveuses appartiennent au type multipolaire. On ignore encore où se rendent leurs prolongements cylindraxiles de même que l'on ne connaît pas l'origine de toutes les fibrilles nerveuses qui viennent se terminer entre ces cellules du corps strié.

Les masses grises de la base du cerveau terminal doivent être des parties importantes de l'axe cérébro-spinal. Embryologiquement, on doit les considérer comme des parties épaissies de la couche corticale grise. On en ignore non seulement les fonctions physiologiques, mais même les connexions morphologiques. Pour ces dernières, on ne peut émettre, dans l'état actuel de nos connaissances, que des hypothèses plus ou moins probables. Wernicke croit que de la masse grise du noyau caudé et du segment externe du noyau lenticulaire partent des fibres nerveuses analogues à celles qui viennent de l'écorce cérébrale. Ces fibres traverseraient les deux segments internes du noyau lenticulaire, constituant en partie les lames blanches qui limitent ces segments, pour se rendre dans le segment interne. Cajal admet que les lames blanches qui traversent le noyau lenticulaire sont formées de fibres nerveuses venant de l'écorce cérébrale et que ces fibres ne font que traverser le noyau lenticulaire pour se rendre dans les parties inférieures du névraxe.

Après destruction complète ou partielle du lobe frontal, chez le singe et le chien, Marinesco a trouvé, dans le corps strié et particulièrement dans le noyau caudé, des faisceaux très minces contenant des fibres dégénérées. Ces faisceaux suivaient le trajet de la capsule interne et se dégageaient de son segment antérieur pour pénétrer dans le noyau caudé. Certains de ces faisceaux semblaient traverser directement ce noyau tandis que d'autres, peu nombreux et très minces, pénétraient dans la profondeur et s'y épanouissaient. Marinesco conclut de ces recherches qu'il existe une voie fronto-striée que du reste le développement embryologique du corps strié faisait prévoir. Il pense que ces fibres fronto-striées sont plutôt des fibres d'association permettant aux deux organes, dans un certain nombre de cas, d'agir synergiquement.

Une chose semble certaine, c'est que la face externe du noyau lenticulaire est indépendante de la substance blanche de la capsule externe, en ce sens que ces deux substances ne font que s'accoler l'une à l'autre sans que des fibres de la capsule externe pénètrent par cette face dans le noyau lenticulaire. Cette disposition morphologique explique la facilité avec laquelle, sur des cerveaux durcis, on peut séparer la capsule externe du noyau lenticulaire, et celle, plus importante, avec laquelle, dans certains cas pathologiques, des épanchements sanguins peuvent s'accumuler entre ces deux parties.

Le pallium.

Le pallium comprend deux parties : la substance grise périphérique ou corticale et la substance blanche centrale.

La substance corticale.

La structure interne de la *couche corticale grise* nous est beaucoup mieux connue grâce aux recherches de Ramon y Cajal. Cette écorce grise, d'une épaisseur variable d'après les différentes régions où on l'examine, paraît le plus développée au niveau des circonvolutions centrales et du lobule paracentral; elle est le moins épaisse dans le lobe occipital.

Cette couche grise est généralement traversée par une mince ligne blanche nettement visible à l'œil nu et connue sous le nom de *strie de Baillarger*. Cette ligne blanche est beaucoup plus épaisse dans la substance corticale qui recouvre les circonvolutions du coin et porte là le nom de *strie de Vicq d'Azyr*.

La structure interne de la substance corticale varie quelque peu d'après les endroits où on l'examine.

Sur des coupes microscopiques, on peut diviser toute l'écorce cérébrale en trois couches :

1° La couche moléculaire ou couche externe.

2° La couche des cellules pyramidales ou couche moyenne.

3° La couche des éléments polymorphes ou couche interne.

1° La *couche moléculaire*, épaisse d'environ 1/4 de millimètre, est formée principalement de cellules nerveuses, de fibres nerveuses, de prolongements protoplasmatiques et de cellules de neuroglie.

a) *Cellules nerveuses*. Les cellules nerveuses de la couche moléculaire ont été décrites d'une façon spéciale par Ramon y Cajal. Il distingue, dans cette zone, des *cellules fusiformes*, des *cellules triangulaires* et des *cellules polygonales*.

Les *cellules polygonales* sont peu nombreuses. Elles sont pourvues de quatre, cinq, ou même d'un plus grand nombre d'expansions protoplasmatiques et d'un prolongement cylindraxile à direction soit horizontale, soit ascendante et qui se ramifie dans la couche moléculaire en donnant naissance à un grand nombre de fines fibrilles indépendantes, fig. 449.

Les *cellules fusiformes* et les *cellules triangulaires* présentent une disposition spéciale. Elles sont pourvues de *plusieurs prolongements cylindraxiles* se terminant librement dans la couche moléculaire. Ces cellules

ont été découvertes et décrites en détail par Ramon y Cajal et par Retzius. On les appelle encore *cellules de Cajal.*

Les *cellules fusiformes* ont une direction à la fois horizontale et antéro-postérieure. Elles possèdent deux prolongements protoplasmatiques qui partent des pôles de la cellule suivant des directions opposées et, après un trajet assez long, se coudent à angle obtus sur eux-mêmes pour se terminer dans la couche moléculaire, fig. **450**.



Fig. **449.**

Cellules polygonales de la couche moléculaire de l'écorce cérébrale du lapin (d'après Ramon y Cajal).

a : prolongements cylindraxiles; *b* : collatérales; *c* : prolongements protoplasmatiques.

Les prolongements cylindraxiles, au nombre de deux ou trois, ne partent pas du corps cellulaire. Ils naissent des prolongements protoplasmatiques à une grande distance du corps de la cellule, prennent une direction horizontale et antéro-postérieure parallèle à la surface libre du cerveau et peuvent être poursuivis sur une étendue considérable. De ces prolongements partent des branches collatérales qui remontent dans la couche moléculaire pour s'y terminer par des ramifications libres.

Les *cellules triangulaires* sont plus nombreuses que les cellules fusiformes. Elles sont pourvues généralement de trois prolongements protoplasmatiques et de plusieurs prolongements cylindraxiles. Ceux-ci naissent des prolongements protoplasmatiques et remontent dans la couche moléculaire pour s'y terminner aussi par des ramifications libres, fig. **451**.

On ne connait pas la signification physiologique de ces différentes cellules de la couche moléculaire.

b) Fibres nerveuses. Les fibres nerveuses de la couche moléculaire affectent presque toutes une direction parallèle à la surface libre du cerveau.

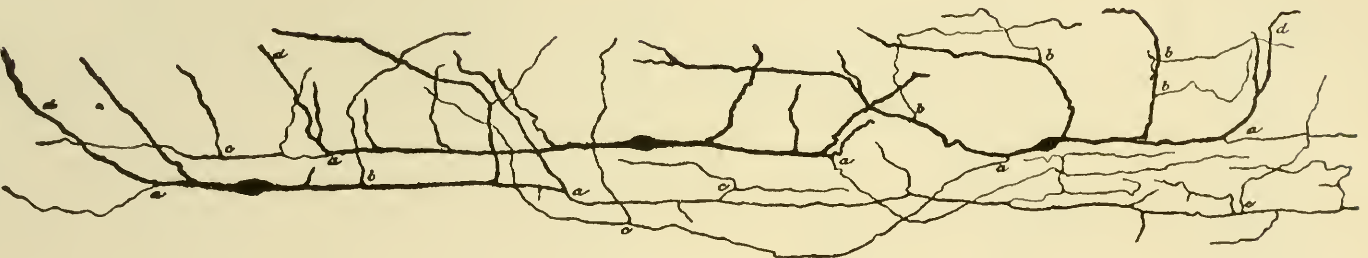


Fig. 450

Cellules fusiformes de la couche moléculaire de l'écorce cérébrale d'un lapin de 8 jours (d'après Ramon y Cajal).

a : cylindre-axes principaux ; *b* : cylindre-axes surnuméraires ; *c* : ramifications des cylindre-axes.



Fig. 451

Cellules triangulaires de l'écorce cérébrale d'un lapin de 8 jours (d'après Ramon y Cajal).

a : cylindre-axes principaux ; *b* : cylindre-axes surnuméraires.

Elles ont été reproduites dans la couche moléculaire de la moitié droite de la FIG. **452** et dans la FIG. **454**. Elles représentent :

1° Les prolongements cylindraxiles des cellules de la couche moléculaire elle-même.

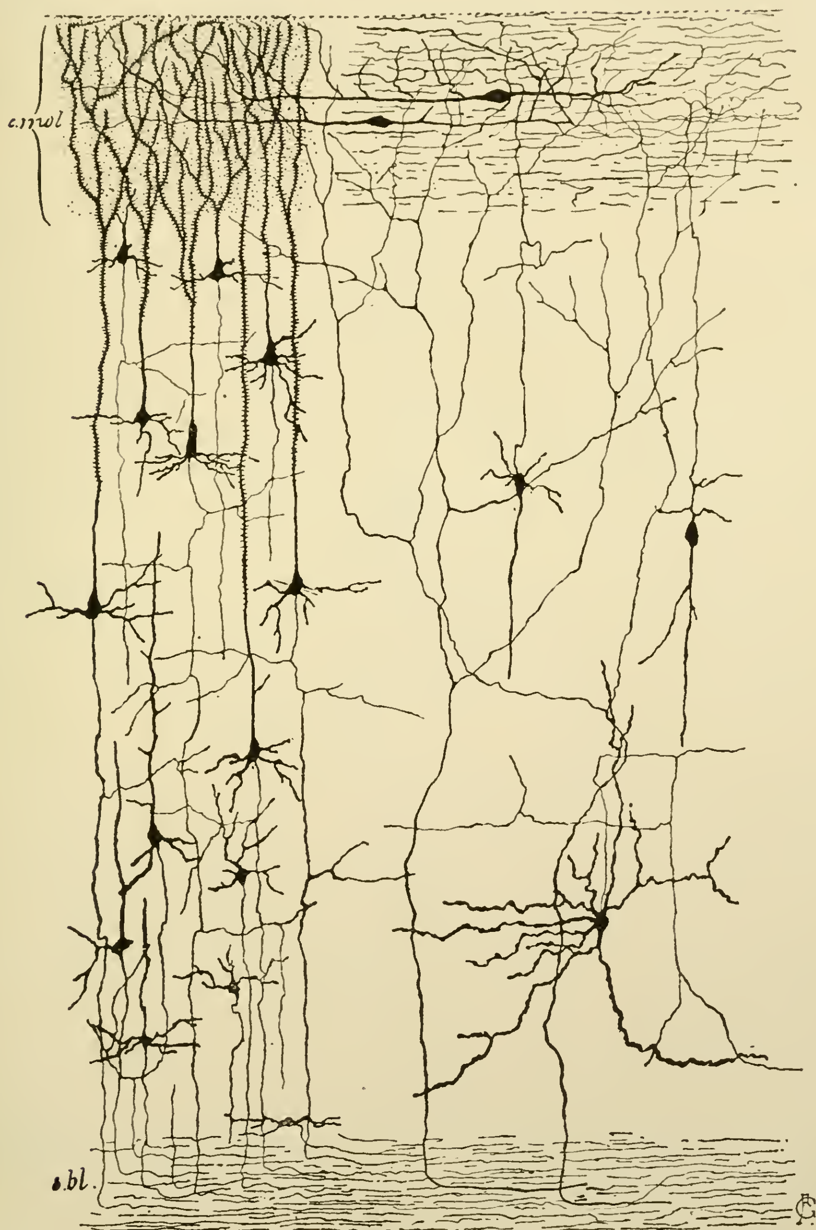


FIG. **452**.
Les principaux éléments constitutifs de la couche corticale grise du cerveau terminal (d'après RAMON Y CAJAL).

2° Les prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses à cylindre-axe ascendant de la couche des cellules pyramidales, FIG. **454**.

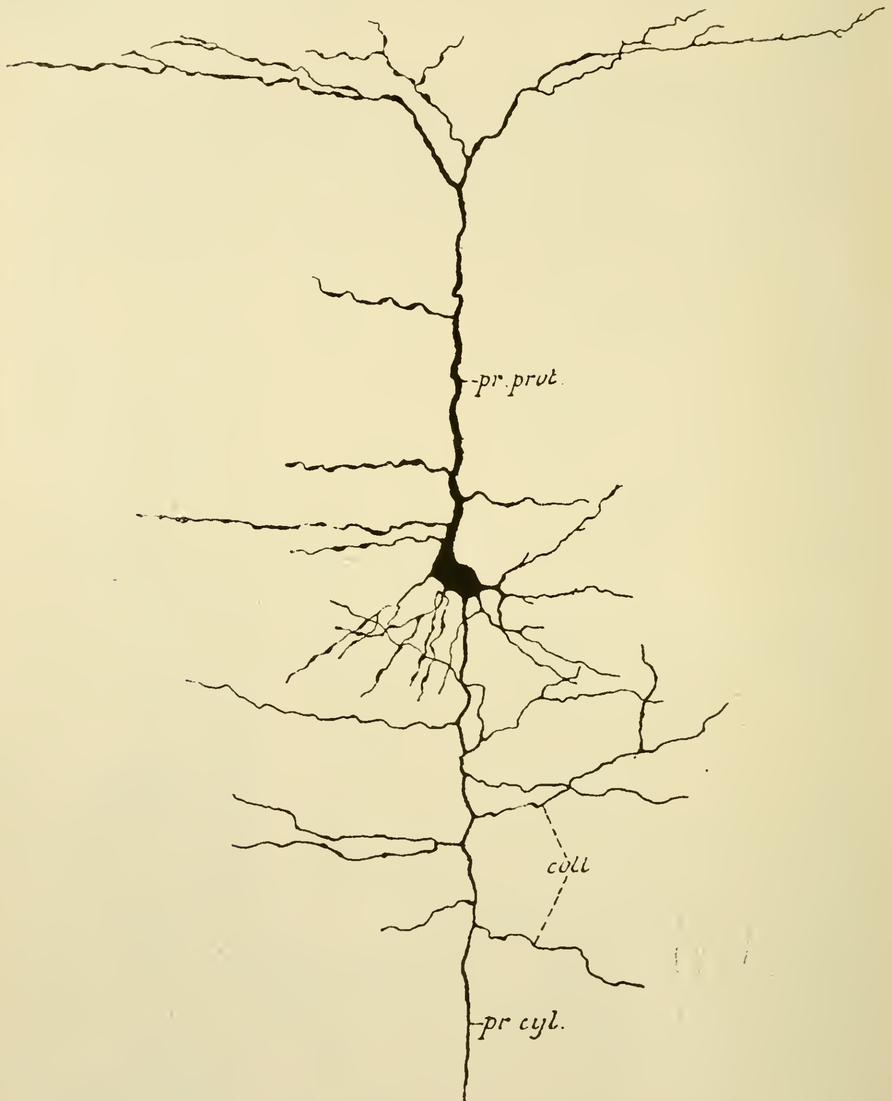


FIG. **453**.

Cellule nerveuse de l'écorce cérébrale d'une souris blanche âgée de neuf jours.

pr.prot. : Prolongement protoplasmatique.
pr.cyl. : Prolongement cylindraxile.
coll. : Branches collatérales du prolongement cylindraxile.

3° Les ramifications terminales de fibres nerveuses que l'on peut poursuivre jusque dans la substance blanche des hémisphères cérébraux et dont on ignore encore la place occupée par les cellules d'origine, FIG. **452**.

c) Prolongements protoplasmatiques et *cellules de neuroglie.* La structure de cette couche moléculaire est rendue plus complexe encore par les prolongements protoplasmatiques de toutes les cellules pyramidales de l'écorce grise qui viennent se ramifier et s'entrelacer dans cette couche superficielle, FIG. 452, et par de nombreuses cellules de neuroglie qui forment même une mince zone superficielle immédiatement en dessous de la pie-mère enveloppante.

2° La *couche des cellules pyramidales.* C'est une couche excessivement épaisse atteignant une hauteur de 1 à 1 1/4 millimètre. Elle est formée à la fois de cellules nerveuses et de fibres nerveuses.

Les *cellules nerveuses* ont toutes une forme triangulaire ou pyramidale à base centrale et à sommet dirigé vers la périphérie. La forme spéciale de ces cellules nerveuses leur a valu le nom de *cellules pyramidales.* Ces cellules sont placées en nombreuses rangées les unes au-dessus des autres, de telle sorte que les plus petites sont les plus superficielles et que les couches profondes sont formées par les cellules les plus volumineuses. Elles forment l'élément principal de l'écorce grise des hémisphères cérébraux.

Toutes ces cellules sont pourvues d'un seul prolongement cylindraxile qui part le plus souvent du milieu de la base, se dirige verticalement en bas en émettant un grand nombre de branches collatérales et peut être poursuivi jusque dans la substance blanche, où il va devenir le cylindre-axe d'une fibre nerveuse, FIG. 452 et 453.

Les prolongements protoplasmatiques, nés des angles latéraux, sont courts et grêles; ils se terminent rapidement entre les cellules voisines. Du sommet de chacune de ces cellules pyramidales part un prolongement protoplasmatique beaucoup plus volumineux. Il se dirige verticalement vers la couche moléculaire où il se divise et se subdivise et se termine, par des ramifications libres, un peu en dessous de la pie-mère enveloppante. C'est dans cette couche moléculaire que les prolongements protoplasmatiques des cellules pyramidales viennent en contact avec les nombreuses fibrilles nerveuses qui y trouvent leur terminaison; ces fibrilles peuvent ainsi agir sur ces prolongements protoplasmatiques pour transmettre aux cellules pyramidales les ébranlements nerveux.

Cette couche des cellules pyramidales renferme encore une seconde espèce de cellules nerveuses : des *cellules à cylindre-axe ascendant.* Signalées par GOLGI, ces cellules spéciales ont été décrites pour la première fois par MARTINOTTI et étudiées d'une façon spéciale par RAMON Y CAJAL. Ce sont

des cellules fusiformes pourvues de deux ou trois petits prolongements protoplasmatiques courts et grêles et d'un seul prolongement cylindraxile. Celui-ci, au lieu de se rendre vers la substance blanche des hémisphères

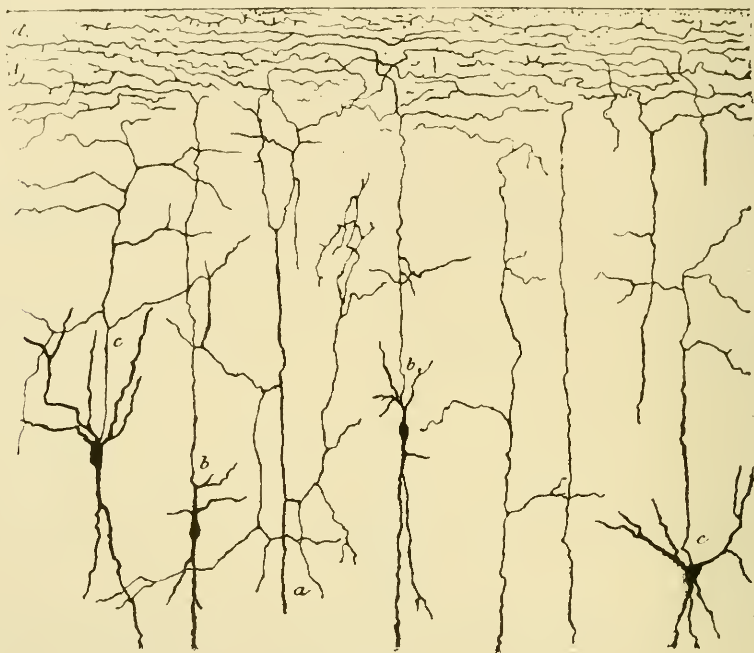


Fig. 454.

Cellules à cylindre-axe ascendant de l'écorce cérébrale d'une souris âgée de 20 jours (d'après Ramon y Cajal).

A : Couche moléculaire.
a : Cylindre-axe provenant d'une grosse cellule de la couche des éléments polymorphes.
b : Cylindre-axes partant de cellules de la couche des cellules pyramidales.
c : Cylindre-axes ascendants se terminant en dessous de la couche moléculaire.
d : Ramilles terminales des fibrilles de la couche moléculaire.

cérébraux, remonte vers la couche moléculaire, où il se divise et se subdivise pour s'y terminer par des ramifications horizontales excessivement longues, fig. 454.

3° La *couche des cellules polymorphes*. La couche des cellules polymorphes atteint une épaisseur d'environ un tiers de millimètre. Elle est formée de cellules nerveuses, de forme irrégulière, pourvues de prolongements protoplasmatiques ascendants, que l'on peut poursuivre jusque vers le milieu de la couche des cellules pyramidales, et d'un prolongement cylindraxile descendant, qui va devenir le cylindre-axe d'une fibre constitutive

de la substance blanche. Entre ces cellules à cylindre-axe descendant, on trouve encore des cellules de Golgi à cylindre-axe court et ascendant qui se termine entre les cellules pyramidales.

La substance blanche.

La substance blanche du cerveau terminal est formée essentiellement de fibres nerveuses et de cellules de neuroglie.

Fig. 455.

Vue d'une section médiane de l'encéphale montrant les diverses parties qui le constituent : cerveau, cervelet, protubérance annulaire, *pr*, et moelle allongée, *m. all.*
Gr. nat. 2/3.

cl. tr. : Cloison transparente.
circ. d. cc. : Circonvolution du corps calleux,
t. chor. : Toile choroïdienne.
s. pc. : Sillon paracentral.
s. cal. m. : Sillon calloso-marginal.
sc. pari. occ. : Fissure pariéto-occipitale.
sc. calc. : Fissure calcarine.
ép. : Épiphyse.
str. méd. : Strie médullaire.
t. quad. : Tubercules quadrijumeaux.

VI : Quatrième ventricule.
p.c. : Pédoncule cérébral.
III : Nerf oculo-moteur commun.
hyp. : Hypophyse.
cm. : Corps mamillaires.
ch. : Chiasma des nerfs optiques.
lt. : Lame terminale.
com. g. : Commissure grise.
com. a. : Commissure antérieure.
gen. : Genou du corps calleux.

On divise les fibres nerveuses en trois groupes :

1° Des fibres qui relient l'un à l'autre des points identiques des deux hémisphères cérébraux ou *fibres commissurales.*

2° Des fibres plus ou moins longues qui relient l'un à l'autre deux points différents d'un même hémisphère cérébral ou *fibres d'association.*

3° Des fibres qui relient la substance grise corticale d'un hémisphère à la substance grise d'une partie inférieure de l'axe cérébro-spinal ou *fibres de projection.*

Fibres commissurales. Les fibres commissurales constituent le *corps calleux* appartenant au pallium, la *commissure blanche antérieure* et le *psaltérium* ou *commissure des cornes d'Ammon* formant des parties constitutives du rhinencéphale.

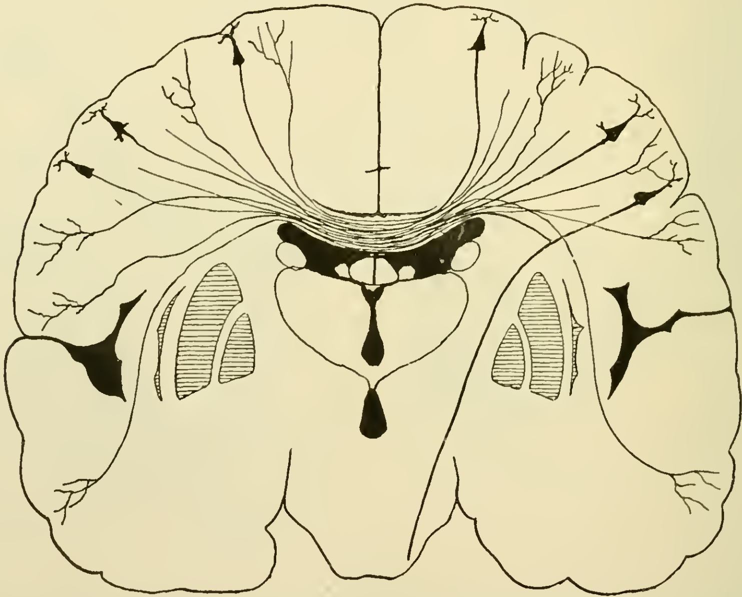


FIG. 456.

Origine et termination des fibres du corps calleux.

Corps calleux. Vous savez que le corps calleux est cette lame épaisse de substance blanche que l'on trouve au fond de la grande fissure médiane inter-hémisphérique et qui forme le principal moyen d'union des deux hémisphères cérébraux, FIG. 455. Toute cette lame blanche est formée de fibres commissurales. Pour vous faire une idée du nombre incalculable de fibres nerveuses qui relient ainsi entre elles les différentes régions

des deux hémisphères cérébraux, il vous suffit de comparer la section du nerf optique à la section du corps calleux et de vous souvenir que la section du nerf optique chez l'homme mesure environ 9 millimètres carrés et que ce nerf renferme, en moyenne, d'après les recherches de Salzer, 438000 fibres nerveuses.

Ces fibres du corps calleux ont leurs cellules d'origine dans certaines cellules pyramidales de la couche corticale grise de l'un ou l'autre hémisphère cérébral et se terminent, par des ramifications libres, dans la couche des cellules pyramidales et dans la couche moléculaire de l'hémisphère du côté opposé, fig. **456**. Ces fibres calleuses ne représentent cependant pas toutes des prolongements cylindraxiles de cellules pyramidales. D'après les recherches de Ramon y Cajal, un grand nombre de ces fibres commissurales doivent être considérées comme des branches collatérales des fibres de projection.

Commissure blanche antérieure et *psaltérium*. La commissure blanche antérieure et la commissure des cornes d'Ammon sont des faisceaux de fibres nerveuses situés, l'un, entre la lame terminale et les piliers antérieurs de la voûte à trois piliers, fig. **455**, l'autre, entre les piliers postérieurs du trigone cérébral.

Elles forment des parties constitutives du rhinencéphale que nous étudierons dans notre prochaine leçon.

Fibres d'association. Elles servent à relier, dans un même hémisphère cérébral, deux régions de l'écorce plus ou moins éloignées. On les divise en deux groupes : les *fibres courtes* et les *fibres longues*, fig. **457**.

Les *fibres courtes* relient l'un à l'autre deux points plus ou moins rapprochés. Elles sont situées immédiatement en dessous de l'écorce grise.

Les *fibres longues* sont réunies en plusieurs faisceaux plus ou moins distincts. On décrit généralement :

1° Le *faisceau longitudinal supérieur (fasciculus longitudinalis superior)*, formé de fibres qui relient l'écorce grise du lobe frontal à l'écorce grise du lobe occipital et du lobe temporal.

2° Le *faisceau longitudinal inférieur (fasciculus longitudinalis inferior)*, étendu entre le lobe occipital et la pointe du lobe temporal.

3° Le *faisceau de l'ourlet* ou *faisceau arqué (cingulum)*, formé de fibres nerveuses à direction antéro-postérieure qui suivent le trajet de la circonvolution du corps calleux et s'étendent du lobe frontal au lobe temporal.

4° Le *faisceau unciforme (fasciculus uncinatus)*, reliant l'écorce grise de la circonvolution frontale inférieure à la pointe du lobe temporal en contournant le fond de la fissure de Sylvius.

Ces fibres d'association représentent soit les prolongements cylindraxiles de certaines cellules pyramidales de l'écorce cérébrale, soit des branches collatérales nées de ces prolongements cylindraxiles. Elles se terminent par

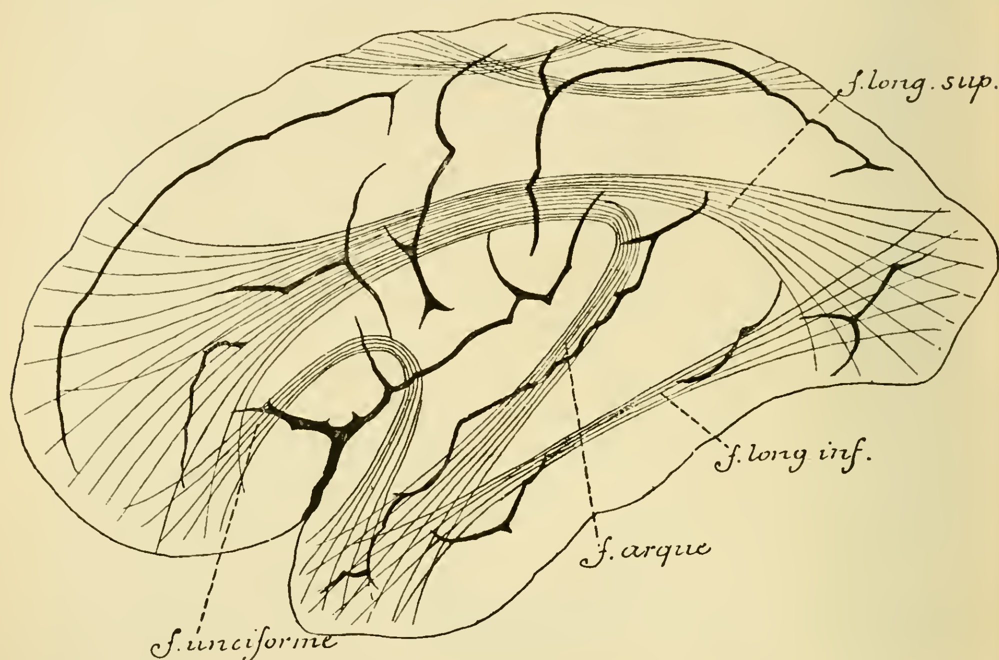


Fig. 457.

Schéma montrant la disposition des fibres d'association dans chaque hémisphère cérébral.

des ramifications libres dans la couche des cellules pyramidales et dans la couche moléculaire.

Fibres de projection. On désigne sous le nom de *fibres de projection* toutes les fibres nerveuses qui unissent l'écorce grise du cerveau terminal à une des masses grises sous-jacentes : couches optiques du cerveau intermédiaire, noyaux gris du cerveau moyen, écorce grise et masses grises centrales du cervelet, noyaux d'origine ou de terminaison des nerfs périphériques de la protubérance annulaire, de la moelle allongée ou de la moelle épinière.

On a toujours admis jusqu'à présent que ces fibres proviennent des différents points de l'écorce grise d'un hémisphère et convergent en rayonnant vers la couche optique et la capsule interne. D'après les recherches importantes de Flechsig, sur lesquelles nous nous proposons de revenir en détail dans une prochaine leçon, ces fibres de projection proviennent,

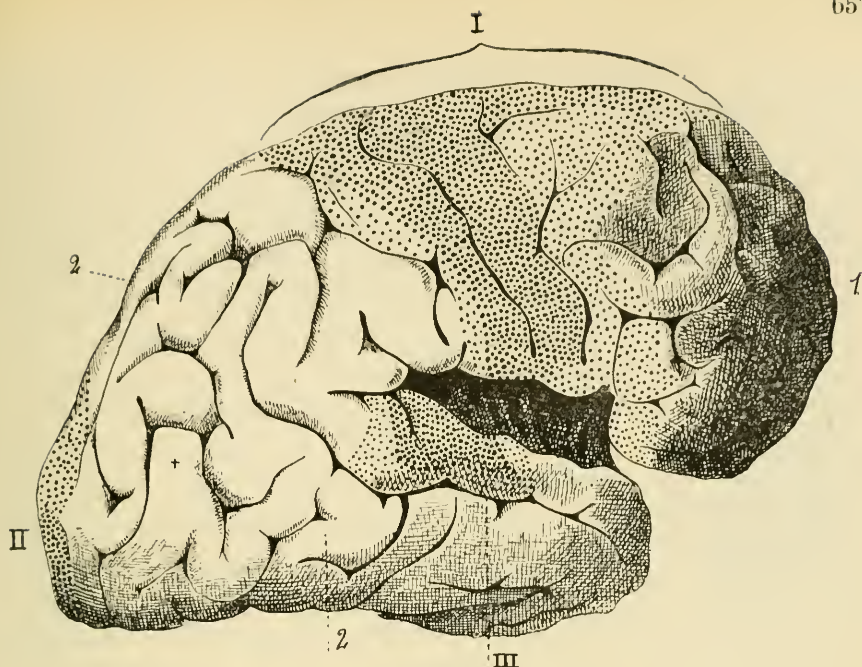


Fig. **458**.
Les sphères sensorielles ou centres de projection et les centres d'association (d'après Flechsig).

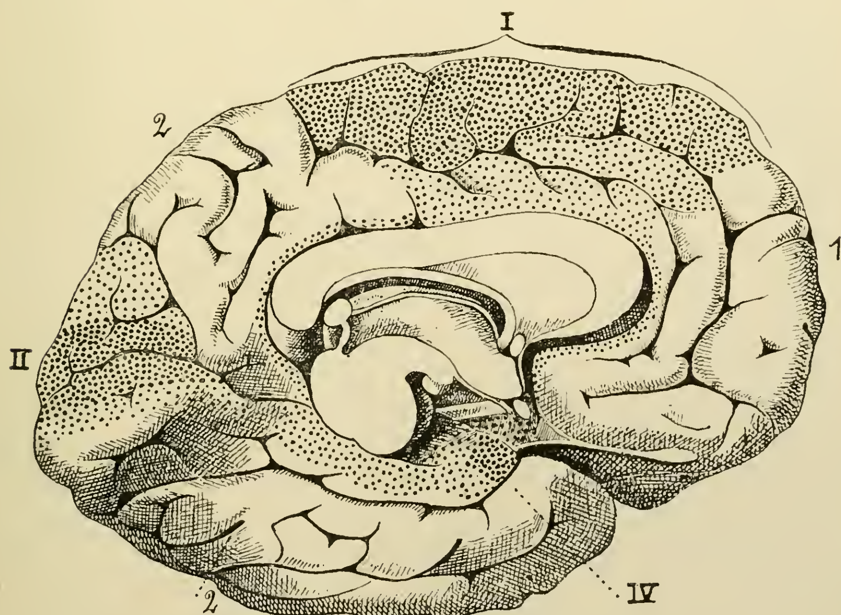


Fig. **459**.
Les sphères sensorielles ou centres de projection et les centres d'association (d'après Flechsig).

I : Sphère tactile.
II : Sphère visuelle.
III : Sphère auditive.
IV : Sphère olfactive.
a : Centre d'association antérieur.
b : Grand centre d'association postérieur.

au contraire, de quatre zones spéciales constituant ce que Flechsig appelle les *sphères sensorielles* ou les *centres de projection*, fig. 458 et 459 : la *sphère tactile* correspondant aux circonvolutions centrales et aux parties voisines des circonvolutions frontales, la *sphère visuelle* comprenant la partie de l'écorce cérébrale voisine de la fissure calcarine, la *sphère auditive* localisée dans la partie moyenne de la première circonvolution temporale et la *sphère olfactive* siégeant dans la circonvolution de l'hippocampe. De ces diverses régions corticales partent des fibres nerveuses dont un grand nombre rayonnent vers la capsule interne. Toute l'étendue du bras antérieur de cette capsule est occupée, d'après Dejerine, par des fibres destinées à la couche optique, *fibres cortico-thalamiques*, qui constituent la *couronne rayonnante de la couche optique*. Les autres vont constituer la substance blanche du bras postérieur de la capsule interne; elles passent alors dans le cerveau moyen pour se rendre finalement dans une des masses grises situées plus bas.

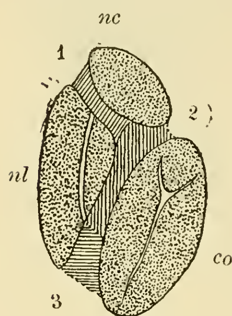


Fig. 460.
La position des différents faisceaux de fibres qui constituent la capsule interne.
1. Fibres cortico-thalamiques.
2. Fibres motrices mélangées aux fibres cortico-protubérantielles.
3. Fibres sensitives.
nc: Noyau caudé.
co: Couche optique.
nl: Noyau lenticulaire.

Les fibres qui passent par le bras postérieur de la *capsule interne* appartiennent à trois groupes, fig. 460,

a) Les unes, *motrices*, représentent les prolongements cylindraxiles descendants d'un grand nombre de cellules pyramidales de l'écorce grise qui recouvre les circonvolutions centrales et le lobule paracentral. Elles occupent le point de réunion des deux bras de la capsule interne appelé *genou* et les deux tiers antérieurs du bras postérieur. Elles pénètrent dans le cerveau moyen, passent ensuite dans le pont de Varole, le myélencéphale et la moelle épinière et vont se terminer, par des ramifications libres, dans les noyaux d'origine de tous les nerfs moteurs périphériques.

b) Les autres, *sensitives*, représentent les prolongements cylindraxiles ascendants des cellules nerveuses qui constituent, dans la protubérance annulaire, la moelle allongée et la moelle épinière, les noyaux terminaux des nerfs sensitifs périphériques. Ces fibres vont se terminer, par des ramifications libres, dans l'écorce grise des sphères tactile et visuelle de Flechsig.

c) D'autres encore, mélangées aux fibres motrices, passent par les deux tiers antérieurs du bras postérieur. Ce sont des fibres nerveuses qui relient l'écorce grise des circonvolutions centrales aux masses grises qui constituent les noyaux du pont ou fibres cortico-protubérantielles.

Littérature.

CAJAL : *Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encefalo. V. Cuerpo estriado.* Anales de la Sociedad espanola de historia natural. Madrid, 1894. — *Corps strié.* Bibliographie anatomique, 1895. — MARINESCO : *Des connexions du corps strié avec le lobe frontal.* Société de Biologie, février 1895. — CAJAL : *Sur la structure de l'écorce cérébrale de quelques mammifères.* La Cellule, 1891. — RETZIUS : *Ueber den Bau der Oberflächenschicht der Grosshirnrinde beim Menschen und bei den Säugethieren.* Verhandl. d. Biolog.-Vereins in Stockholm, 1891. — *Die Cajal 'schen Zellen der Grosshirnrinde beim Menschen und bei Säugethieren.* Biolog. Unters., 1893. — GOLGI : *Ueber den Bau der grauen Substanz des Grosshirns,* 1874. Sammelwerk. — MARTINOTTI : *Beitrag zum Studium der Hirnrinde und dem Centralursprung der Nerven.* Internat. Monatsschrift, 1890. — FLECHSIG : *Gehirn und Seele.* Rede, gehalten am 31 octobre 1894 in der Universitatskirche zu Leipzig. Zweite Ausgabe. Leipzig. 1896. — DÉJERINE :*Sur l'origine corticale et le trajet intra-cérébral des fibres de l'étage inférieur ou pied du pédoncule cérébral.* Mémoires de la Société de Biologie, 1894.

TRENTE-UNIÈME LEÇON

La structure interne du télencéphale (*Suite*).

Le rhinencéphale des mammifères macrosmatiques et le rhinencéphale de l'homme. — Les diverses parties constitutives du rhinencéphale : Le bulbe olfactif. La conductibilité cellulipète existe aussi pour les prolongements protoplasmatiques latéraux des cellules mitrales. La bandelette olfactive avec les stries olfactives. La commissure antérieuer. La corne d'Ammon et le fasceau denté. Le trigone cérébral. La commissure des cornes d'Ammon. La cloison transparente. — Les connexions centrales du bulbe olfactif. — Le nerf olfactif.

Le rhinencéphale.

Le rhinencéphale forme une partie importante du cerveau terminal de l'homme. A première vue il semble se réduire au bulbe olfactif, à la bandelette olfactive avec le trigone olfactif et aux deux racines ou stries olfactives qui en dépendent, FIG. 461. Ce sont là, d'ailleurs, les seules parties du télencéphale qui paraissent en connexion immédiate avec les filets olfactifs quand on étudie la conformation extérieure de l'encéphale. Le rhinencéphale présente cependant un développement beaucoup plus considérable, mais ses diverses parties constitutives se confondent plus ou moins intimement avec les parties voisines du télencéphale de sorte que, sur le cerveau de l'homme, il est difficile de lui assigner des limites exactes.

Pour avoir une idée nette et précise de l'importance qu'il faut attribuer au rhinencéphale et aux diverses parties qui le constituent, il convient tout d'abord de l'étudier chez des mammifères à bulbe olfactif bien développé. Le rhinencéphale présente, en effet, ce caractère étrange c'est que son développement varie considérablement d'un animal à l'autre : il est très développé chez les carnassiers et les rongeurs ; il fait complètement défaut chez beaucoup de cétacés et se montre excessivement réduit chez le singe et chez l'homme. En tenant compte du développement plus ou moins considérable du rhinencéphale, BROCA a divisé les mammifères en deux groupes : les *mammifères osmatiques* pourvus d'un rhinencéphale volumineux (mammifères *macrosmatiques* de TURNER) et les mammifères *anosmatiques* caractérisés par le peu de développe-

ment de la partie olfactive du cerveau terminal (mammifères *microsmatiques* de TURNER) ou même par l'absence totale de rhinencéphale (mammifères *anosmatiques* de TURNER).

Si l'on examine la face inférieure de l'encéphale d'un lapin, FIG. 462, d'un chien ou d'un veau, animaux qui appartiennent au groupe des mammifères macrosmatiques, on y voit, de chaque côté de la ligne médiane, un lobe volumineux correspondant à toute la longueur du télencéphale et occupant presque toute la largeur de l'hémisphère correspondant : c'est le *lobe olfactif*. Il se termine, en avant, par une partie renflée, le *bulbe olfactif*, et se continue directement en arrière, sans démarcation aucune, avec la circonvolution de l'hippocampe et avec la corne d'AMMON. Toutes ces parties réunies forment le *lobe pyriforme*.

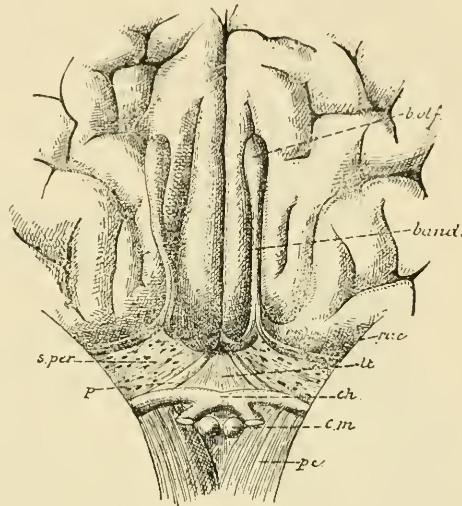


FIG. 461.

Les parties du rhinencéphale visibles sur la face inférieure du cerveau terminal.
Gr. nat. 2/3.

pc : Pédoncule cérébral.
cm : Corps mamillaires.
ch. : Chiasma des nerfs optiques relevé en haut et en arrière.
p : Pédoncule du corps calleux.
lt : Lame terminale.
s. per. : Substance perforée antérieure.
rac. : Racine ou strie olfactive externe.
band. : Bandelette olfactive.
b. olf. : Bulbe olfactif.

La racine ou strie olfactive interne se termine dans le trigone olfactif.

Ce lobe pyriforme se continue directement, sur la face interne de l'hémisphère cérébral, avec la circonvolution supra-calleuse (circonvolution du corps calleux du cerveau de l'homme) laquelle contourne, en avant, l'extrémité antérieure du corps calleux et se prolonge jusqu'à l'espace quadrilatère ou carrefour olfactif de BROCA où elle se continue avec le lobe olfactif de la face inférieure, FIG. 463.

Toutes ces parties cérébrales réunies forment ainsi un lobe volumineux et très étendu développé tout autour du corps calleux : c'est le *grand lobe limbique de Broca*, séparé des parties voisines par un sillon profond qui constitue la *fissure limbique*. A ce lobe limbique appartiennent encore des parties du télencéphale situées sur la face inférieure du corps

calleux, notamment : la cloison transparente et le trigone cérébral ou *fornix*.

Toutes ces parties constitutives du rhinencéphale des mammifères macrosmatiques se retrouvent, moins développées il est vrai, sur le cerveau terminal de l'homme. Le rhinencéphale de l'homme comprend donc, outre le bulbe olfactif, la bandelette olfactive et les stries qui en dépendent, la circonvolution de l'hippocampe avec le repli unciforme située sur la face inférieure de chaque hémisphère et se continuant, en arrière, avec la circonvolution du corps calleux, laquelle, après avoir contourné le genou du corps calleux, diminue considérablement de volume et s'étend jusqu'au niveau du trigone olfactif. A ce lobe limbique appartiennent encore, d'après les recherches récentes, la corne d'Ammon, le faisceau denté, la *fasciola cinerea*, l'indusium gris avec les nerfs de Lancisi et la circonvolution sous-calleuse. Enfin la cloison transparente et la voûte à trois piliers.

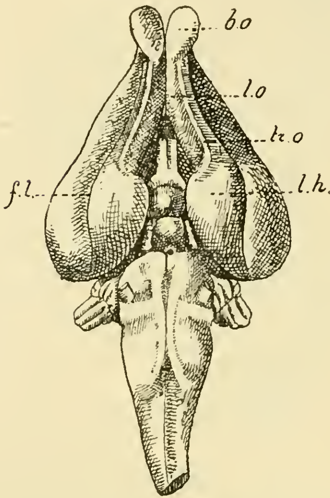


Fig. 462.

Face inférieure du télencéphale de lapin.

b. o. : Bulbe olfactif.
l. o. : Lobe olfactif.
c. h. : Circonvolution de l'hippocampe.
f. l. : Fissure limbique.
tr. o. : Tractus olfactif.

Ces diverses parties du lobe limbique d'un côté sont reliées aux parties correspondantes du lobe limbique du côté opposé par de nombreuses fibres commissurales, dont les unes forment la *commissure antérieure*, tandis que les autres relient l'un à l'autre les piliers postérieurs du trigone cérébral et constituent par leur ensemble le *psaltérium* ou la *commissure des cornes d'Ammon*.

Les diverses parties constitutives du rhinencéphale de l'homme sont donc, en allant d'avant en arrière : le bulbe olfactif, la bandelette olfactive avec les stries olfactives, le trigone olfactif, la circonvolution de l'hippocampe, la corne d'Ammon avec le faisceau denté, le trigone cérébral ou la voûte à trois piliers avec le psaltérium, la cloison transparente, la circonvolution du corps calleux avec l'indusium gris et avec les nerfs de Lancisi et la commissure antérieure.

Le bulbe olfactif.

Le bulbe olfactif est une petite masse ovoïde de substance nerveuse que l'on trouve à la face inférieure du lobe frontal du cerveau terminal, FIG. 461. Il est situé dans la partie antérieure du sillon olfactif et repose sur la face supérieure de la lame criblée de l'ethmoïde. C'est par les petits trous percés dans cette lame que passent les filets du nerf olfactif pour se rendre dans le bulbe.

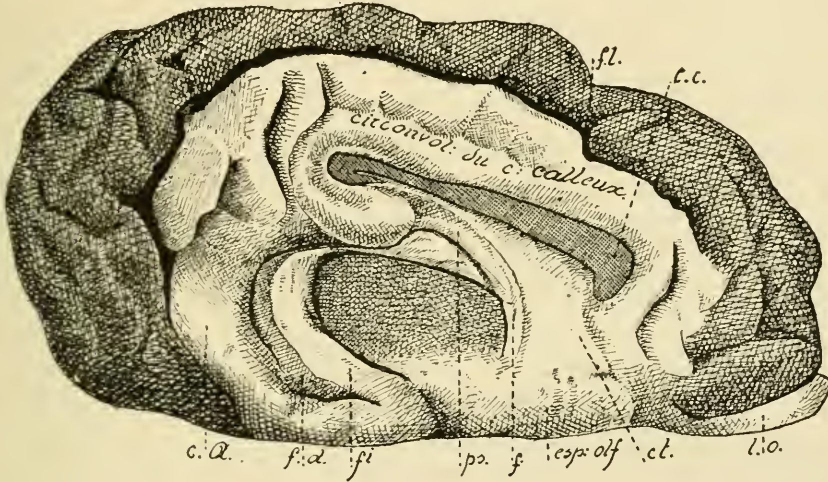


FIG. 463.

Face interne du télencéphale de veau (d'après EDINGER).

ps. : Psalterium.
c. c. : Corps calleux.
cl. t. : Cloison transparente.
l. o. : Lobe olfactif,
f. : Fornix.
e. o. : Espace quadrilatère ou substance perforée antérieure.
c.A. : Corne d'AMMON.
fi. : Fimbria.
f. l. : Fissure limbique.
f. d. : Faisceau denté.

Le bulbe olfactif est formé de trois couches plus ou moins distinctes qui sont, en allant de dehors en dedans, FIG. 464 :

1° La *couche des fibrilles olfactives*, couche superficielle très mince, d'une couleur grisâtre, formée par les faisceaux entrelacés des fibres nerveuses olfactives périphériques.

2° La *couche des cellules mitrales*, ou couche moyenne, excessivement riche en cellules nerveuses triangulaires à angle supérieur et à bords latéraux arrondis. C'est cette forme spéciale du corps cellulaire qui a fait donner à ces cellules le nom de *cellules mitrales*.

3° La *couche des fibres nerveuses centrales,* ou couche interne de substance blanche, formée par des faisceaux de fibres nerveuses entremêlés à des amas de cellules que l'on a désignées sous le nom de *grains.*

La structure de chacune de ces couches mérite de nous arrêter quelques instants.

1° La *couche des fibrilles olfactives.* Elle est formée de faisceaux de fines fibrilles nerveuses qui se croisent dans tous les sens et d'un certain nombre de cellules de neuroglie.

Les fibres nerveuses qui constituent cette couche superficielle représentent les prolongements cylindraxiles des éléments nerveux olfactifs périphériques. Nous verrons bientôt, en étudiant le nerf olfactif, que les fibres constitutives de ce nerf ont leurs cellules d'origine en dehors de l'axe cérébro-spinal, dans l'épithélium même de la muqueuse olfactive. Ces cellules d'origine sont des cellules bipolaires enclavées entre les cellules épithéliales. Le prolongement périphérique, gros et court, arrive jusqu'à la surface libre de la muqueuse, tandis que le prolongement interne, long et grêle, devient le cylindre-axe d'une fibrille olfactive. Les fibrilles olfactives, réunies en faisceaux plus ou moins volumineux, parcourent la sous-muqueuse, passent par les orifices de la lame criblée de l'ethmoïde et gagnent ainsi la couche superficielle du bulbe olfactif. Là, ces faisceaux de fibrilles se divisent, se subdivisent et s'entrecroisent dans tous les sens. Les fibrilles qui les constituent s'écartent les unes des autres, pénètrent dans la couche des cellules mitrales, où elles se terminent dans les glomérules olfactifs. Arrivée dans ces glomérules, chaque fibrille olfactive se divise et se subdivise un grand nombre de fois, de façon à produire une arborisation assez complexe de branches terminales indépendantes.

2° La *couche des cellules mitrales.* La couche moyenne ou couche des cellules mitrales a une structure beaucoup plus compliquée. Nettement séparée de la couche interne par une rangée continue de cellules nerveuses volumineuses connues sous le nom de *cellules mitrales*, elle présente une limite externe beaucoup moins précise. A la limite de la couche moyenne et de la couche superficielle, on trouve une série continue de masses granuleuses plus ou moins arrondies et de volume variable, dont la structure interne et la signification ont été longtemps une énigme. On les désigne sous le nom de *glomérules olfactifs.*

L'espace situé entre les cellules mitrales et les glomérules olfactifs est occupé par des éléments de nature très diverse. Nous ne décrirons

dans cette couche que les éléments essentiels : les cellules mitrales et les glomérules olfactifs.

A. *Cellules mitrales.* Ce sont des cellules nerveuses volumineuses, de forme triangulaire, placées en série continue à la limite interne de la couche moyenne.

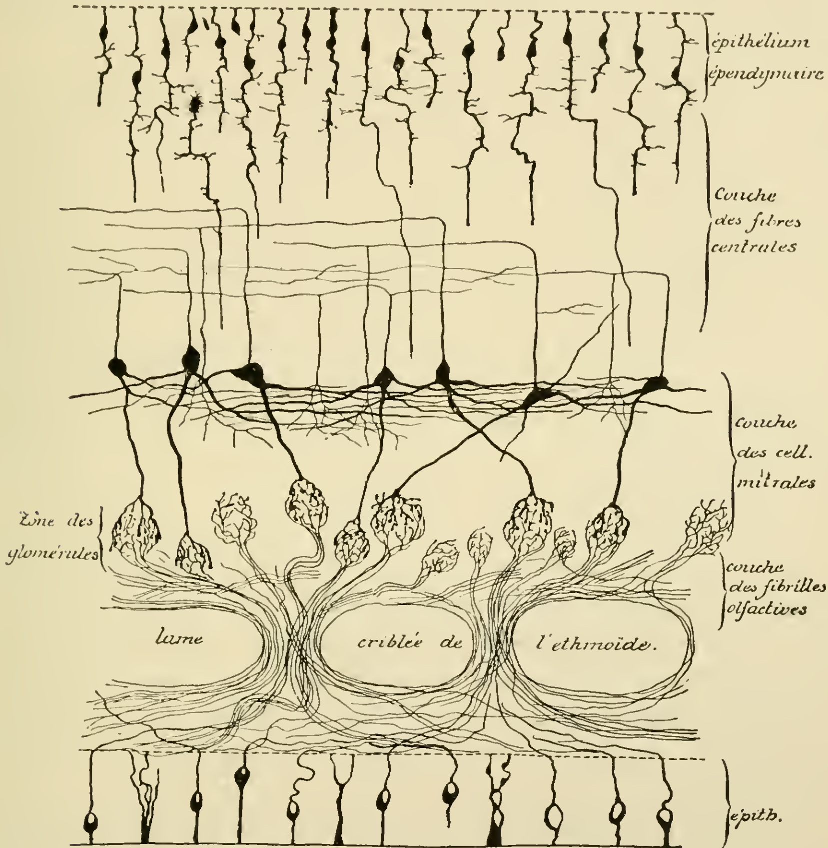


FIG. 464.
Les principaux éléments constitutifs du bulbe olfactif d'un mammifère.

Du sommet interne du corps de ces cellules part le plus souvent le prolongement cylindraxile. Celui-ci pénètre verticalement dans la couche interne, où il devient le cylindre-axe d'une fibre centrale.

Des angles latéraux du corps cellulaire partent un grand nombre de prolongements protoplasmatiques. Ils pénètrent horizontalement dans la substance grise voisine, où ils peuvent être poursuivis sur une longueur souvent considérable ; ils émettent pendant ce trajet de courtes branches collatérales et finissent librement en s'entrelaçant avec les prolongements des cellules voisines.

De la base du corps cellulaire sort un prolongement protoplasmatique beaucoup plus volumineux. Celui-ci traverse plus ou moins verticalement toute l'épaisseur de la couche moyenne et pénètre dans un glomérule olfactif. Là, il se divise et se subdivise un grand nombre de fois à des distances très rapprochées et donne ainsi naissance à une arborisation très complexe, dont les branches courtes, épaisses et moniliformes se terminent d'ordinaire par un épaississement libre.

B. *Glomérules olfactifs.* Les glomérules olfactifs reçoivent donc d'une part les ramifications terminales du prolongement protoplasmatique descendant d'une cellule mitrale et d'autre part les ramifications terminales d'un grand nombre de fibrilles olfactives ou prolongements cylindraxiles des cellules bipolaires de la muqueuse olfactive. Toutes ces fibrilles et toutes ces ramifications entremêlées donnent à ces glomérules leur aspect caractéristique.

Un détail important à noter, c'est que les fibrilles terminales du prolongement protoplasmatique de la cellule mitrale restent non seulement indépendantes les unes des autres, mais restent aussi indépendantes des ramifications terminales des fibrilles olfactives. Ce fait a été mis en lumière, d'une façon évidente, par les recherches de Ramon y Cajal, P. Ramon, Van Gehuchten et Martin, Kölliker et Retzius.

Cette disposition anatomique a jeté une vive lumière sur la nature nerveuse des prolongements protoplasmatiques. Vous vous rappelez que Golgi et ses élèves considèrent les prolongements protoplasmatiques des cellules nerveuses comme des expansions cellulaires ne jouissant pas de la conductibilité nerveuse, mais devant se mettre en rapport avec les parois des vaisseaux pour y recueillir les éléments nutritifs nécessaires à la vie de la cellule nerveuse.

La disposition caractéristique des cellules mitrales du bulbe olfactif a prouvé à toute évidence qu'il ne pouvait en être ainsi. Dans les glomérules olfactifs, les ramifications terminales des fibrilles olfactives ne viennent en contact qu'avec les ramifications terminales du prolongement protoplasmatique descendant des cellules mitrales. Pour que les impressions recueillies par les cellules olfactives puissent être transmises aux cellules mitrales, il faut donc que ces impressions parcourent le prolongement protoplasmatique descendant de ces cellules nerveuses. Ce prolongement protoplasmatique jouit donc de la conductibilité nerveuse.

3° La *couche des fibres nerveuses centrales.* Cette couche est la plus épaisse des trois couches constitutives du bulbe olfactif. Elle s'étend depuis les grandes cellules mitrales jusqu'à la cavité centrale du bulbe. Elle est formée

par des éléments de nature très diverse que l'on peut ranger en trois groupes :

1° Les *cellules épithéliales* ou *cellules épendymaires* ; elles forment le revêtement épithélial de la cavité centrale du bulbe, FIG. 464, et sont en tous points identiques aux cellules épendymaires tapissant le canal médullaire central et toutes les cavités de l'axe cérébro-spinal.

2° Les *fibres nerveuses* ; elles forment l'élément principal de la couche interne et représentent, en partie, les prolongements cylindraxiles des cellules mitrales, en partie aussi les fibres commissurales reliant l'un à l'autre les deux bulbes olfactifs en passant par la commissure antérieure. Dans toute l'épaisseur du bulbe, ces fibres nerveuses émettent un grand nombre de branches collatérales dont les unes, horizontales, proviennent des prolongements cylindraxiles des cellules mitrales ou fibres centripètes et se terminent entre les grains voisins, tandis que les autres, verticales, proviennent des fibres commissurales ou fibres centrifuges et descendent jusque dans la couche moyenne, où elles se terminent, par des ramilles entrelacées, entre les prolongements protoplasmatiques latéraux des cellules mitrales.

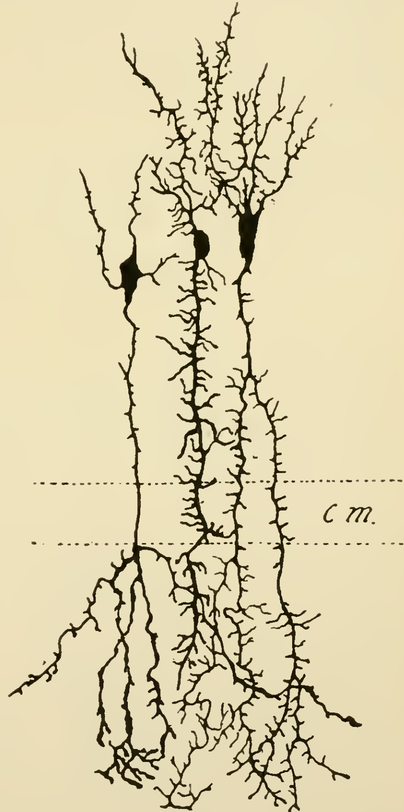


FIG. 465.
Quelques grains d'un bulbe olfactif de chien.

3° Entre ces fibres nerveuses de la substance blanche, on trouve encore de nombreux éléments cellulaires connus sous le nom de *grains*, FIG. 465. CAJAL les considère comme des cellules nerveuses dont le prolongement descendant doit être regardé comme le prolongement cylindraxile. Dans les recherches que nous avons faites avec un de nos élèves, I. MARTIN, nous avons considéré ces grains comme des cellules épendymaires déplacées ayant abandonné, dans le cours du développement, toute connexion avec la cavité ventriculaire comme cela se voit, d'ailleurs, dans toutes les parties du névraxe. KÖLLIKER s'est rallié tout récemment à cette manière de voir : ces

cellules épendymaires déplacées sont pour lui de véritables cellules de neuroglie.

Les ramifications terminales des prolongements cylindraxiles des cellules bipolaires de la muqueuse olfactive, ou neurones olfactifs périphériques appelés encore neurones olfactifs de 1[r] ordre, et les cellules mitrales avec leurs prolongements protoplasmatiques descendants et leurs cylindres-axes ascendants, ou neurones olfactifs des centres appelés encore neurones olfactifs de 2[e] ordre, constituent donc les deux éléments essentiels du bulbe olfactif.

C'est dans le bulbe olfactif qu'apparaît, avec toute la clarté et toute la netteté désirable, le mode de superposition des éléments nerveux sensitifs et la façon dont ces éléments doivent agir l'un sur l'autre.

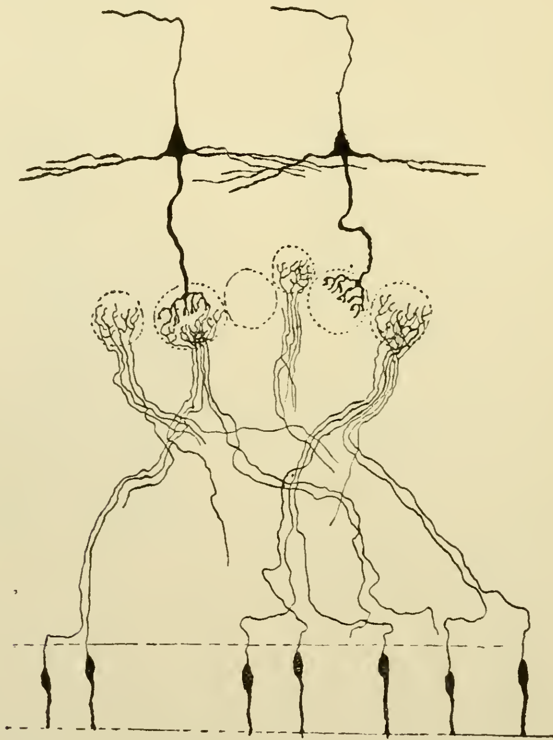


Fig. 466.

Schéma montrant la disposition des neurones olfactifs chez la plupart des mammifères.

Le neurone olfactif périphérique a sa cellule d'origine en dehors de l'axe cérébro-spinal ; son prolongement protoplasmatique s'éloigne du centre, son

prolongement cylindraxile s'y termine. Le neurone olfactif des centres a sa cellule d'origine dans l'axe cérébro-spinal, ses prolongements protoplasmatiques sont descendants, son prolongement cylindraxile est ascendant. Le contact entre le neurone périphérique et le neurone central se fait dans les glomérules olfactifs ; là, le prolongement cylindraxile du neurone périphérique rencontre les prolongements protoplasmatiques du neurone central.

Nous avons vu que cette disposition est la même pour tous les autres éléments sensitifs, qu'ils pénètrent dans la moelle épinière ou dans une des parties supérieures de l'axe cérébro-spinal ; mais à cause de la complexité de structure des autres parties de l'axe nerveux, cette disposition y paraît avec beaucoup moins d'évidence.

Ces deux éléments nerveux : neurone olfactif périphérique ou de 1r ordre et neurone olfactif central ou de 2e ordre, se retrouvent, avec le même mode de superposition, dans le bulbe olfactif de tous les vertrébrés.

Chez quelques-uns d'entre eux cependant, l'arrangement des éléments nerveux prend des caractères particuliers.

Chez un grand nombre de vertébrés (chat, rat, souris, lapin), FIG. **466**, chaque cellule mitrale ne possède qu'un seul prolongement protoplasmatique descendant venant se ramifier dans un ou, après bifurcation, dans deux glomérules olfactifs. Là, il arrive en contact avec les ramifications terminales d'un certain nombre de fibrilles olfactives. Il s'en suit que les impressions olfactives recueillies par un petit nombre de cellules bipolaires (8 à 10) sont transmises à la *même* cellule mitrale et par là, à un point déterminé de l'écorce cérébrale du lobe temporal.

Chez les oiseaux, FIG. **467**, chaque cellule mitrale possède jusque vingt prolongements protoplasmatiques descendants (P. RAMON).

Chacun d'entre eux se termine dans un glomérule différent, où il arrive en contact avec les ramifications terminales de deux, trois ou quatre fibrilles olfactives. Il s'en suit que les impressions recueillies par une soixantaine de cellules bipolaires de la muqueuse olfactive sont transmises au centre olfactif par *une seule* cellule mitrale.

Le bulbe olfactif du chien, FIG. **468**, présente encore une disposition toute autre. Chaque cellule mitrale ne possède qu'un seul prolongement protoplasmatique descendant, mais dans un même glomérule viennent se ramifier les prolongements descendants de cinq ou six cellules mitrales. Il s'en suit que les impressions olfactives recueillies par *une seule cellule bipolaire* de la muqueuse peuvent être transmises au cerveau par *cinq ou six cellules mitrales.*

Ces dispositions anatomiques rendent compte, dans une certaine

mesure, de la différence d'acuité olfactive que l'on observe chez les différents animaux.

Le bulbe olfactif de l'homme a été étudié au moyen de la méthode

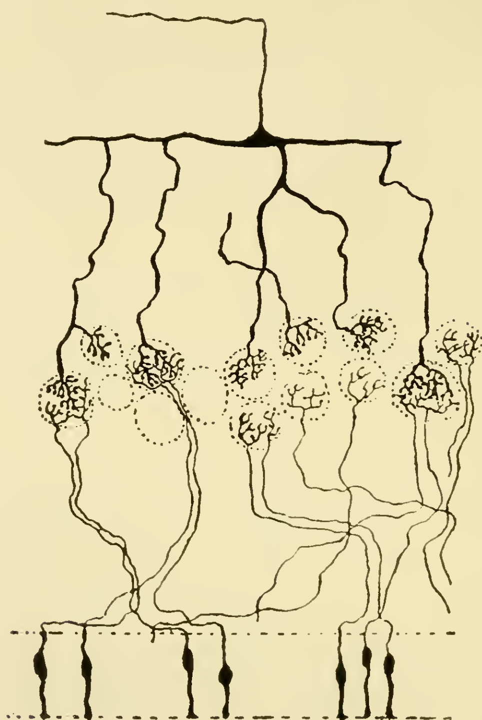


Fig. 467

Schéma montrant la disposition des neurones olfactifs chez les oiseaux.

au chromate d'argent d'abord par nous-même, puis par Kölliker. Il présente la même structure que le bulbe olfactif des autres mammifères.

Le bulbe olfactif ne présente pas, chez l'homme, de cavité centrale et par suite on n'y trouve pas d'épithélium épendymaire.

La cavité centrale du bulbe olfactif des mammifères est un simple prolongement du ventricule latéral du cerveau terminal. Ce prolongement manque chez l'homme; à sa place on trouve, au centre du bulbe, une trainée de substance gélatineuse.

La structure interne du bulbe olfactif a donc jeté une vive lumière sur le mode de superposition des éléments nerveux et sur le sens suivant lequel se fait la conductibilité dans les deux espèces de prolongements

qui dépendent d'une cellule nerveuse. Là, on voit, avec la plus éclatante évidence, que le prolongement cylindraxile des cellules nerveuses possède, en fait, la conductibilité cellulifuge et que les prolongements protoplasmatiques, doués de conductibilité nerveuse, possèdent la conductibilité cellulipète. Le plus grand nombre des auteurs admettent la conductibilité nerveuse dans le prolongement protoplasmatique descendant des cellules

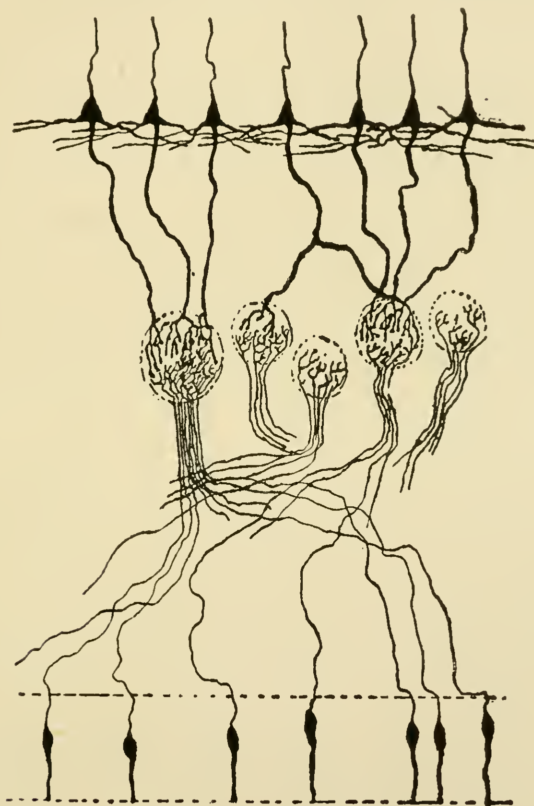


Fig. 468.
Schéma montrant la disposition des neurones olfactifs chez le chien.

mitrales, mais tandis que les uns, se basant sur ce fait incontestable que nous présente le bulbe olfactif, admettent, avec Cajal, Van Gehuchten, Retzius, etc. cette même conductibilité pour tous les prolongements protoplasmatiques de toutes les cellules nerveuses ; d'autres, au contraire, et parmi eux v. Lenhossek et surtout Kölliker sont d'avis que tout prolongement protoplasmatique ne jouit pas nécessairement de la conductibilité nerveuse, et, pour soutenir leur manière de voir ils s'appuient, tous les deux,

sur les prolongements protoplasmatiques latéraux des cellules mitrales du bulbe olfactif. « Je n'ai jamais été grand partisan de la conductibilité cellulipète des prolongements protoplasmatiques, dit Kölliker, p. 720 de son Traité, mais dans le bulbe olfactif les dispositions sont telles (pour le prolongement descendant destiné au glomérule olfactif) que toute autre explication est impossible ». « Plus je réfléchis, dit-il encore pp. 683 et 684, à la fonction des prolongements protoplasmatiques des cellules nerveuses, et plus je suis convaincu que *toutes les dendrites* ne servent pas comme appareil de conduction. Le fait le plus frappant à cet égard s'observe dans les cellules mitrales du bulbe olfactif. Outre le prolongement descendant destiné aux glomérules, ces cellules possèdent encore de nombreux prolongements protoplasmatiques latéraux qui ne viennent pas en contact avec les ramifications terminales des fibres olfactives et pour lesquels aucune autre fonction nerveuse n'est admissible. Tout bien considéré, je suis d'avis que les dendrites possèdent la conductibilité cellulipète lorsque leur disposition et leur situation sont telles que des excitations puissent leur parvenir, mais cette conductibilité cellulipète n'est pas une fonction générale puisque, en beaucoup d'endroits, les conditions anatomiques indispensables à cette conductibilité font défaut ».

« Les cellules mitrales du bulbe olfactif, dit v. Lenhossek, possèdent un prolongement protoplasmatique descendant d'une haute importance physiologique, mais à côté de ce prolongement, chacune de ses cellules en possèdent d'autres pour lesquels il ne reste pas d'autre explication fonctionnelle que d'admettre que cette grande division du protoplasma cellulaire facilite considérablement les processus de transmission nerveuse intracellulaire ».

Il est évident, à priori, que si le fait devait se confirmer que les prolongements protoplasmatiques latéraux des cellules mitrales ne viennent nulle part en contact avec des ramifications cylindraxiles, nous nous verrions obligé d'admettre l'une des deux conclusions suivantes :

1° Les prolongements protoplasmatiques latéraux des cellules mitrales ne possèdent pas la conductibilité nerveuse comme le pensent v. Lenhossek et Kölliker ; ou bien,

2° Les prolongements protoplasmatiques latéraux des cellules mitrales, s'enchevêtrant les uns dans les autres, se transmettent l'un à l'autre l'influx nerveux et, dans ces conditions, ils jouissent à la fois de la conductibilité cellulipète et de la conductibilité cellulifuge comme Cajal et P. Ramon l'admettent pour les cellules anacrines de la rétine, et pour certaines cellules de l'écorce cérébrale et des lobes optiques chez les reptiles.

Dans les deux cas, la théorie de la conductibilité différente dans les deux

espèces de prolongements qui dépendent d'une cellule nerveuse se trouverait en opposition manifeste avec les faits.

Mais nos connaissances concernant la structure interne du bulbe olfactif sont loin d'être complètes. La méthode de Golgi n'a de valeur que pour autant qu'elle fournit des résultats positifs. Tout ce qui s'imprègne par le chromate d'argent existe sans conteste, mais nous n'avons aucun motif de croire que tous les éléments constituants du bulbe olfactif ont déjà été mis en relief par le chromate d'argent. Tout récemment encore Cajal a décrit, dans la couche moléculaire du cervelet, des cellules spéciales qui avaient résisté jusqu'ici à l'imprégnation par le chromate d'argent. Il pourrait en être de même de certains éléments du bulbe.

D'ailleurs personne, à notre connaissance, n'a affirmé que les prolongements protoplasmatiques des cellules nerveuses servent *uniquement* à la conductibilité nerveuse. Nous n'avons jamais douté un seul instant qu'à côté de la fonction de conduction cellulipète, les prolongements protoplasmatiques des cellules nerveuses servent, au même titre que le corps de la cellule nerveuse, à la fonction de nutrition de l'élément nerveux ; mais, pour nous, la fonction de nutrition n'est que la fonction secondaire, tandis que la fonction principale des prolongements protoplasmatiques, c'est la fonction de conduction cellulipète. La disposition des prolongements protoplasmatiques latéraux des cellules mitrales du bulbe olfactif, loin de battre en brêche cette conductibilité cellulipète, constitue, au contraire, une nouvelle preuve en faveur de cette conductibilité, ainsi que nous allons le démontrer.

Dans les recherches que nous avons faites avec Martin sur la structure interne du bulbe olfactif des mammifères, nous avons signalé, les premiers, l'existence de nombreuses collatérales provenant des fibres de la couche interne du bulbe et allant se ramifier et se terminer entre les cellules mitrales, fig. 469. A cette époque, nous croyions que toutes les fibres de cette couche centrale étaient des fibres centripètes, représentant toutes des prolongements cylindraxiles de cellules mitrales. Et comme ces prolongements cylindraxiles étaient aussi pourvus de collatérales horizontales se ramifiant et se terminant dans la couche des grains, nous avons décrit, aux prolongements cylindraxiles des cellules mitrales, des *collatérales horizontales* et des *collatérales descendantes,* ainsi que nous les avons représentées dans la fig. 464.

Ces deux espèces de collatérales ont été retrouvées par Kölliker, mais, ainsi que cela résulte des recherches de Kölliker, nous nous sommes trompé sur leur origine : les collatérales horizontales proviennent de l'axone des cellules mitrales qui sont des *fibres centripètes,* mais les ramifications

cylindraxiles, que nous avons prises pour des collatérales descendantes de ces mêmes fibres centripètes, sont, en majeure partie du moins, les ramifications collatérales et terminales de fibres nerveuses *centrifuges*, dont on ignore encore la place occupée par les cellules d'origine, mais dont un certain nombre représentent, d'après Kölliker, les ramifications terminales de fibres commissurales passant par la commissure antérieure.

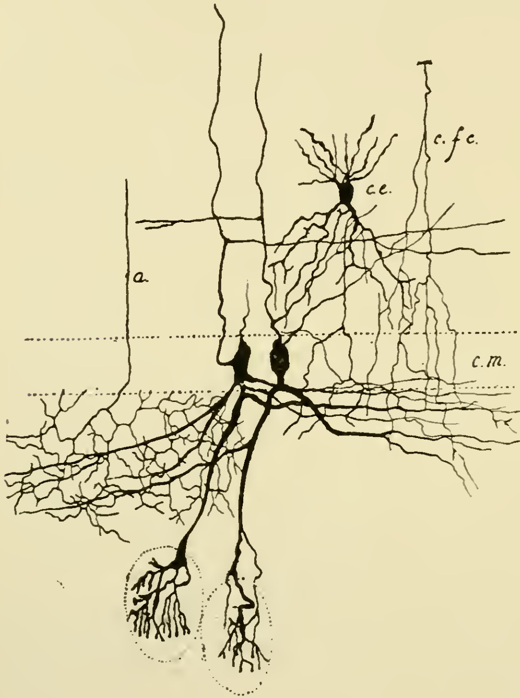


Fig. 469.

Quelques éléments constituants du bulbe olfactif.

c. m. : Zone des cellules mitrales.
c. f. c. : Ramification collatérale d'une fibre commissurale.
c. e. : Cellule étoilée pourvue d'un axone descendant se terminant entre les dendrites horizontales des cellules mitrales.
a. : Axone d'une cellule étoilée.

Il existe donc, en réalité, dans le bulbe olfactif, comme Golgi l'a affirmé le premier, des fibres centrifuges et des fibres centripètes. Les fibres centripètes représentent les prolongements cylindraxiles des cellules mitrales. Les fibres centrifuges ont encore une origine inconnue, mais ce que nous savons, c'est que ces fibres viennent se ramifier et se terminer précisément dans la couche du bulbe où se ramifient et se terminent les prolongements protoplasmatiques latéraux des cellules mitrales. Qu'est-ce à dire, si ce n'est que ces fibres centrifuges, venant en contact avec les prolongements protoplasmatiques latéraux des cellules mitrales, doivent leur transmettre l'ébranlement nerveux. De plus, dans cette même couche des cellules mitrales se ramifient et se terminent les prolongements cylindraxiles de certaines cellules nerveuses que nous avons désignées, avec Cajal, sous le nom de *cellules étoilées*, fig. 469. Ces ramifications cylindraxiles ne viennent en contact qu'avec les prolongements protoplasmatiques latéraux des cellules

mitrales : ceux-ci servent donc à la conductibilité nerveuse et possèdent, comme tout prolongement protoplasmatique, la conductibilité cellulipète.

La bandelette olfactive. Le trigone olfactif. Les stries olfactives.

La bandelette olfactive (*tractus olfactorius*), excessivement réduite dans le rhinencéphale de l'homme, est formée essentiellement de fibres nerveuses appartenant à deux groupes : des fibres centripètes représentant les prolongements cylindraxiles des cellules mitrales du bulbe et des fibres centrifuges allant se terminer, par des ramifications libres, entre les prolongements protoplasmatiques latéraux des cellules mitrales.

Arrivées à l'extrémité postérieure de la bandelette olfactive, c'est-à-dire au niveau du trigone ou du tubercule olfactif (*trigonum olfactorium*), les fibres constitutives de la bandelette se divisent en deux groupes : les unes se rendent dans la commissure antérieure, les autres vont constituer les racines ou les stries olfactives. Les fibres de la racine externe se rendent directement vers la circonvolution unciforme ou l'extrémité antérieure de la circonvolution de l'hippocampe, pour s'y terminer dans la couche moléculaire. Chez les animaux osmatiques, ces fibres se terminent dans les couches superficielles du lobe pyriforme où elles viennent en contact avec les prolongements protoplasmatiques de cellules centrales (Calleja, Kölliker.) Les fibres de la racine interne se terminent, d'après les recherches de Calleja, dans le trigone olfactif. Retzius admet que cette racine interne peut se poursuivre, chez les mammifères et chez l'homme, jusque dans la circonvolution de l'ourlet et l'indusium gris du corps calleux.

La commissure antérieure.

La commissure antérieure est un faisceau de fibres nerveuses, à direction transversale, situé entre la lame terminale et les piliers antérieurs du trigone cérébral. Peu développée dans le rhinencéphale de l'homme, la commissure antérieure présente une importance plus considérable chez les mammifères macrosmatiques, preuve que cette commissure doit être en connexion intime avec le rhinencéphale.

La commissure anterieure pénètre, de chaque côté, dans la tête du noyau caudé et là se divise en deux parties : une *partie antérieure* ou *partie olfactive* formée par des fibres nerveuses qui relient l'un à l'autre les deux bulbes olfactifs et une *partie postérieure*, beaucoup plus importante, allant se terminer, d'après les recherches de Edinger, dans les circonvolutions de l'hippocampe.

La corne d'Ammon et le faisceau denté.

Ces deux parties constitutives du télencéphale présentent un développement variable, en rapport étroit avec le développement du bulbe olfactif correspondant. La structure interne de ces deux parties est excessivement complexe. Elle a été étudiée, dans ces derniers temps, par GOLGI, CL. SALA, SCHAFFER, LUGARO, CAJAL et KÖLLIKER. Il vous suffit de savoir que la corne d'AMMON et le faisceau denté appartiennent à l'écorce cérébrale et qu'ils sont formés, comme toutes les parties grises de l'écorce, de cellules nerveuses et de fibres nerveuses présentant une disposition spéciale, dont l'étude détaillée ne répondrait pas au but de ces leçons, qui est bien plus de vous donner une idée des connexions existant entre les diverses parties du névraxe que d'étudier à fond leur structure interne.

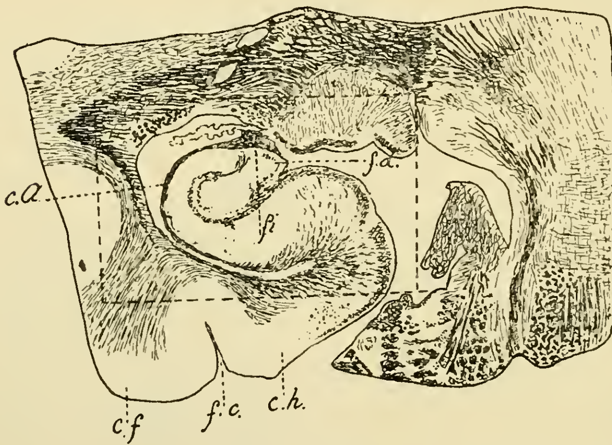


FIG. 470.

Coupe vertico-transversale de la corne d'AMMON (d'après M[r] et M[me] DÉJERINE).

f. c. : Fissure collatérale.
c. f. : Circonvolution fusiforme.
c. h. : Circonvolution de l'hippocampe.
c. A. : Corne d'AMMON.
fi. : Fimbria.
f. d. : Faisceau denté.

Pour bien nous orienter dans les diverses parties de cette région complexe, il suffit d'examiner une coupe transversale passant par la partie moyenne du lobe temporal, FIG. 470 et 471.

Le sillon antéro-postérieur qui existe sur la face inférieure de cette coupe, FIG. 470, représente la fissure collatérale séparant la circonvolution fusiforme qui est en dehors de la circonvolution de l'hippocampe qui est en dedans. Cette circonvolution de l'hippocampe présente, en coupe transersale, trois faces :

1° Une face inférieure qui n'offre rien de spécial et dont la structure interne est identique à celle de l'écorce cérébrale des circonvolutions voisines.

2° Une face interne qui porte le nom de *subiculum* de la corne d'Ammon et qui est caractérisée essentiellement par une épaisseur plus considérable de la couche moléculaire de l'écorce cérébrale, dûe à un développement particulier des fibres nerveuses superficielles. Ces fibres sont, à ce niveau, tellement abondantes qu'elles forment une couche blanche visible à l'œil nu et connue sous le nom de *couche réticulée d'Arnold.*

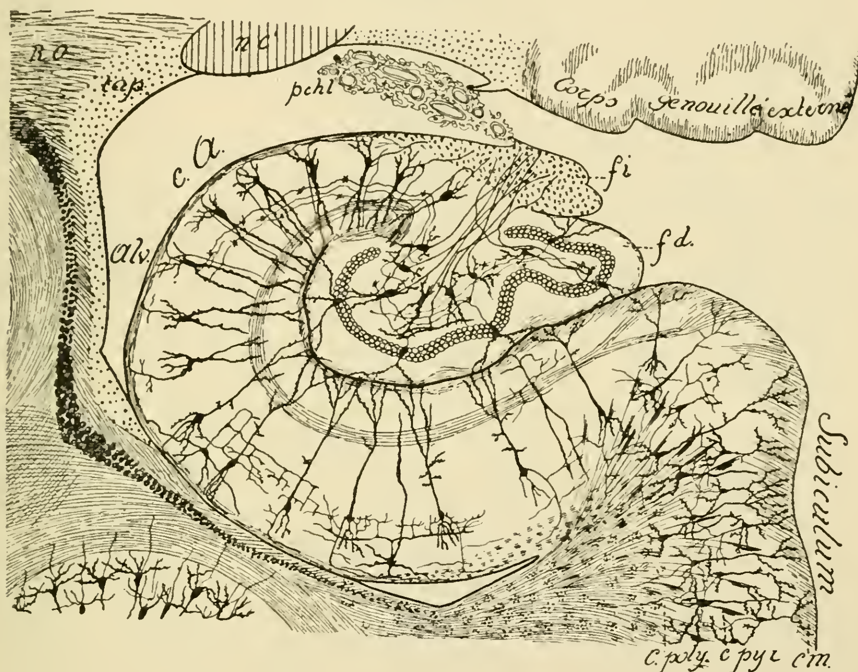


Fig. 471.

Schéma de la corne d'Ammon et de la circonvolution godronnée de l'homme vue sur une coupe vertico-transversale (d'après Mr et Mme Déjerine).

c. A. : Corne d'Ammon.
alv. : Alveus.
fi. : Fimbria.
f. d. : Faisceau denté.
p. ch. l. : Plexus choroïde latéral.
n. c. : Queue du noyau caudé.
r. o. : Radiations optiques.
c. m. : Couche moléculaire.
c. pyr. : Couche des cellules pyramidales.
c. poly. : Couche des cellules polymorphes.

3° Une face supérieure formée d'une partie externe ou intra-ventriculaire, la *corne d'Ammon*, et d'une partie interne ou extra-ventriculaire, comprenant une lamelle blanche : la *fimbria*, reposant sur une bandelette grise : le *faisceau denté* appelé encore *circonvolution godronnée.*

Ces deux parties sont séparées l'une de l'autre par l'épithélium épendymaire qui, renforcé par un feuillet de la pie-mère, se jette du plancher du

prolongement sphénoïdal du ventricule latéral sur la voûte et ferme ainsi, en dedans, le prolongement inférieur du troisième ventricule.

La structure interne de l'écorce cérébrale présente partout les trois couches établies par Cajal : la couche moléculaire, la couche des cellules pyramidales et la couche des cellules polymorphes, jusqu'au niveau du bord supérieur du *subiculum*. A ce niveau, l'écorce cérébrale s'infléchit en dehors, vers la cavité ventriculaire, pour produire la corne d'Ammon et le faisceau denté. A partir de cet endroit, les cellules pyramidales petites et moyennes disparaissent et il ne persiste, comme élément constituant principal, que la rangée des cellules pyramidales profondes, fig. 471.

Ces cellules pyramidales présentent une forme particulière : ce sont des espèces de doubles pyramides pourvues de prolongements protoplasmatiques ascendants et descendants. Ces cellules envoient leur prolongement cylindraxile, les unes dans la mince zone de substance blanche qui couvre la face ventriculaire de la corne d'Ammon et que l'on désigne sous le nom de *alveus*, les autres, dans la mince bandelette blanche appelée *fimbria* et qui représente le prolongement, dans le lobe sphénoïdal, des piliers postérieurs du trigone cérébral.

A côté de ces cellules pyramidales, on trouve encore, comme élément constituant de la corne d'Ammon et du faisceau denté, de nombreuses cellules nerveuses, pour l'étude desquelles je dois vous renvoyer aux travaux spéciaux de Golgi. Cl. Sala, Schaffer, Lugaro, Cajal et Kölliker.

Outre toutes ces cellules nerveuses qui représentent les cellules d'origine des fibres centrifuges de la corne d'Ammon et du faisceau denté et dont un grand nombre envoient leurs prolongements cylindraxiles dans les piliers postérieurs du trigone cérébral, on trouve encore, dans ces masses grises, les ramifications terminales d'un grand nombre de fibres centripètes, qui arrivent à la corne d'Ammon et au faisceau denté, en partie du moins, du bulbe olfactif par la strie olfactive latérale soit directement, soit après interruption dans la circonvolution de l'hippocampe.

Trigone cérébral. Commissure des cornes d'Ammon. Cloison transparente.

Nous avons vu, en étudiant la grosse anatomie du télencéphale, que les piliers postérieurs du trigone cérébral, arrivés dans le prolongement sphénoïdal du ventricule latéral, se continuent de chaque côté avec la *fimbria* et avec la corne d'Ammon, fig. 472. Les fibres constitutives de la fimbria représentent, en partie du moins, les prolongements cylindraxiles des cellules pyramidales du faisceau denté et de la partie voisine de la corne d'Ammon. Les

piliers postérieurs du trigone cérébral s'appliquent bientôt contre la face inférieure du corps calleux en se rapprochant insensiblement l'un de l'autre. Entre ces piliers postérieurs on trouve de minces faisceaux de fibres transversales qui constituent le *psaltérium* ou la *commissure des cornes d'Ammon*

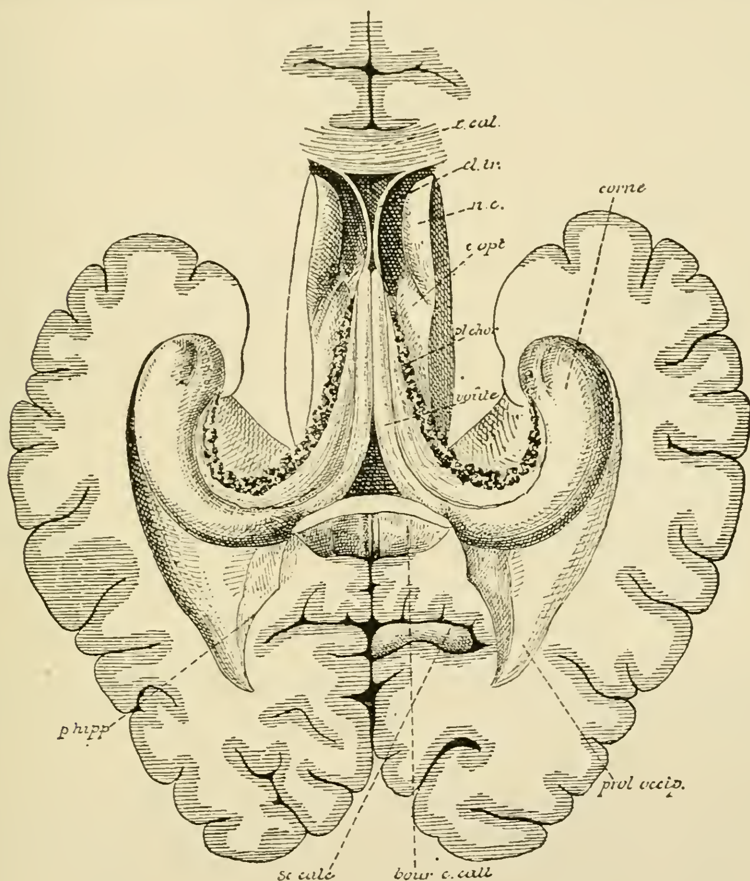


Fig. 472.

Les piliers postérieurs de la voûte à trois piliers se continuant avec la corne d'Ammon et la fimbria. Gr. nat. 2/3.

c. cal. : Coupe du genou du corps calleux.
cl. tr. : Section de la cloison transparente.
n. c. : Tête du noyau caudé.
c. opt. : Partie de la face supérieure de la couche optique.
pl. chor. : Plexus choroïde latéral.

formé de fibres commissurales reliant l'un à l'autre les deux circonvolutions de l'hippocampe.

Les piliers du trigone cérébral quittent bientôt, au niveau de l'extrémité postérieure de la cloison transparente, la face inférieure du corps calleux ; là, les fibres constitutives se divisent, d'après Zuckerkandl, en deux

parties : les fibres de la partie antérieure vont constituer les piliers antérieurs du trigone pour se terminer, par des ramifications libres, entre les cellules constitutives du corps mamillaire (Cajal). D'après Kölliker, un certain nombre des fibres de chaque pilier antérieur, arrivées en dessous du trou de Monro, se recourberaient en arrière, sur la face interne de la couche optique, pour y constituer la *strie médullaire* et se terminer dans le trigone de l'habénula.

Les fibres de la partie antérieure descendent dans la cloison transparente, passent au devant de la commissure antérieure pour se rendre à la circonvolution unciforme. On pense que ce faisceau est formé de fibres d'association reliant la corne d'Ammon à l'écorce grise de la circonvolution de l'hippocampe.

Nos connaissances concernant l'organisation interne de la cloison transparente, de l'indusium gris du corps calleux et des connexions qui s'établissent, par ces parties du télencéphale et par la circonvolution de l'ourlet, entre le bulbe olfactif et la corne d'Ammon sont encore trop incertaines pour insister d'avantage sur ces parties constitutives du rhinencéphale.

Avant de terminer l'étude du rhinencéphale, nous croyons utile de résumer, en quelques mots, les principales connexions du bulbe olfactif avec les autres parties de l'axe cérébro-spinal, en nous appuyant sur le schéma de la FIG. 473.

Connexions du bulbe olfactif.

Les neurones olfactifs périphériques, ou neurones olfactifs de 1er ordre, proviennent donc de la muqueuse olfactive et se terminent dans le bulbe olfactif.

Les fibres de la bandelette olfactive qui ont leurs cellules d'origine dans les cellules mitrales (neurones olfactifs de 2e ordre) se rendent, en partie, par la strie olfactive interne, jusque dans le tubercule olfactif ; là, elles se mettent en connexion avec des cellules pyramidales dont on ignore les connexions ultérieures. Ces fibres se rendent, en partie aussi, par la strie olfactive externe, dans l'écorce grise de la circonvolution de l'hippocampe où elles se terminent par des ramifications libres (Cajal et Calleja).

D'après Kölliker, les fibres olfactives nées des cellules de cette écorce grise, ou neurones olfactifs de 3e ordre, se rendraient, par le faisceau olfactif de Zuckerkandl — soit en contournant le genou du corps calleux, soit en traversant toute l'épaisseur du corps calleux — dans l'écorce grise de la circonvolution de l'ourlet et, par le trigone cérébral, jusque dans la corne d'Ammon et le faisceau denté. C'est là la voie des fibres centripètes.

De la corne d'Ammon partent alors des fibres centrifuges se rendant, par le trigone cérébral, jusque dans le corps mamillaire ; par le trigone cérébral

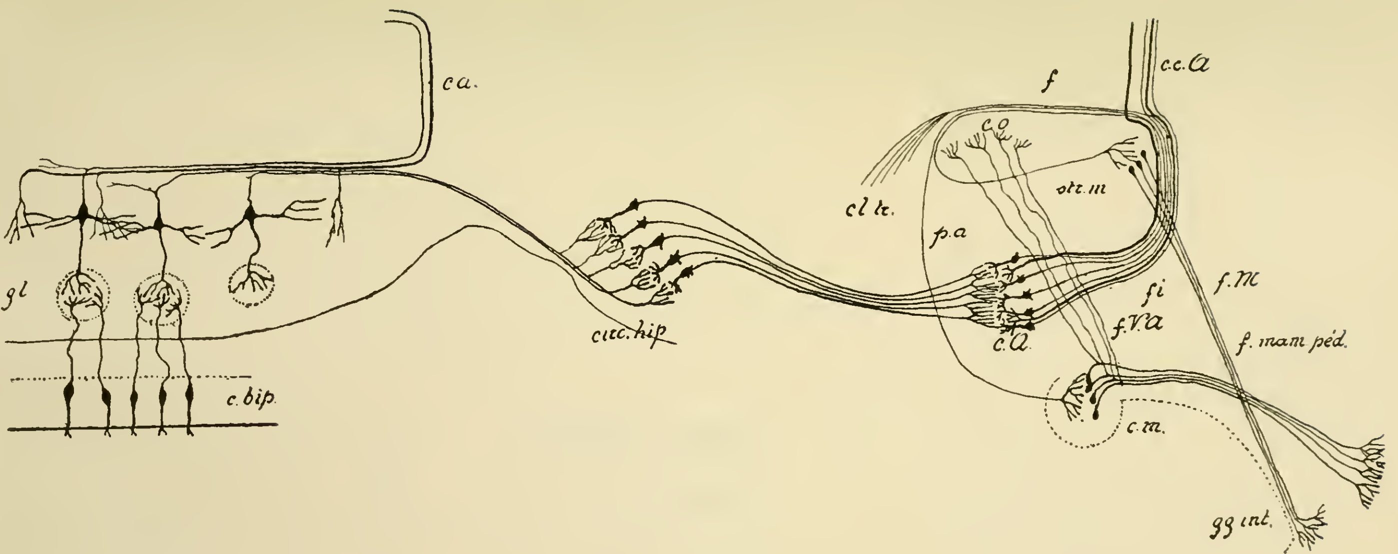


Fig. **473.**

Schéma montrant les connexions centrales des fibres olfactives.

c. bip. : Cellules bipolaires de la muqueuse olfactive ou neurones olfactifs de 1r ordre.
gl. : Glomérules olfactifs.
c. a. : Comissure antérieure.
circ. hip. : Circonvolution de l'hippocampe.
c. A. : Corne d'Ammon.
fi. : Fimbria.
c. c. A. : Commissure des cornes d'Ammon.
f. Fornix.
c. m. : Corps mamillaire.
cl. tr. : Cloison transparente.
f. V. a. : Faisceau de Vicq d'Azyr.
p. a. : Pilier antérieur du trigone.
c. o. : Couche optique.
f. m. : Faisceau de Meynert ou faisceau rétro-réflexe.
f.mam.ped. : Faisceau de la calotte.
gg. int. : Ganglion interpédonculaire.

et la strie médullaire de la couche optique, jusque dans le ganglion de l'habénula.

Le corps mamillaire est en connexion avec la couche optique par le faisceau de Vicq d'Azyr ; il est en connexion avec le cerveau moyen, par le faisceau de la calotte. Le ganglion de l'habénula est relié, par le faisceau rétro-réflexe, au ganglion interpédonculaire de l'isthme du rhombencéphale. Ces fibres centrifuges mettent donc les cellules de la sphère olfactive corticale en connexion avec les masses grises du cerveau moyen et plus que probablement avec les cellules d'origine de fibres motrices descendantes, soit fibres du faisceau longitudinal postérieur soit fibres descendantes de la formation réticulaire. De cette façon se trouverait donc établie une voie longue et complexe reliant les centres olfactifs de l'écorce cérébrale aux cellules d'origne des nerfs moteurs périphériques.

I. Le nerf olfactif.

Le nerf olfactif constitue la première paire des nerfs craniens. C'est un nerf sensitif. Les fibres constitutives de ce nerf doivent donc avoir leurs cellules d'origine en dehors de l'axe cérébro-spinal. D'après les recherches de Ehrlich, Arnstein, Grassi et Castronovo, Ramon y Cajal, Van Gehuchten, v. Brunn, Retzius et bien d'autres, les fibres du nerf olfactif ont leurs cellules d'origine dans la muqueuse olfactive, sous forme de cellules bipolaires enclavées entre les cellules épithéliales, fig. 474. Le prolongement périphérique de chacune de ces cellules nerveuses, épais et irrégulier, arrive jusqu'à la surface libre de la muqueuse, où il se termine par un ou deux petits filaments ou cils qui dépassent le niveau de la muqueuse. Il représente le prolongement protoplasmatique ou prolongement à conduction cellulipète. Le prolongement interne est beaucoup plus grêle ; c'est le prolongement cylindraxile ou prolongement à conduction cellulifuge. Celui-ci traverse la partie inférieure de l'épithélium et arrive dans la sous-muqueuse, ou il devient le cylindre-axe d'une fibrille olfactive. Ces fibrilles parcourent

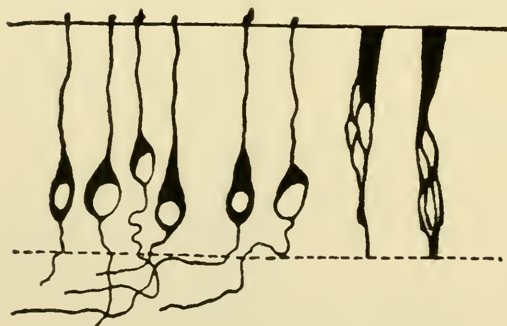


Fig. 474.
Qeulques cellules nerveuses bipolaires de la muqueuse olfactive de la souris blanche.

la sous-muqueuse et se réunissent les unes aux autres pour former des faisceaux nerveux plus ou moins épais ; ils traversent alors les trous de la lame criblée de l'ethmoïde, pénètrent dans la face inférieure du bulbe olfactif et s'y terminent, par des ramifications libres, dans les glomérules olfactifs.

D'après les recherches de v. Brunn, les cellules olfactives occupent, chez l'homme, une région assez limitée de la paroi des fosses nasales. On les trouve uniquement dans la muqueuse qui recouvre la partie moyenne du cornet supérieur et la partie correspondante de la cloison des fosses nasales.

Outre les cellules bipolaires de la muqueuse olfactive qui sont donc les les cellules d'origine des fibres des nerfs olfactifs, on trouve encore, dans cette muqueuse, d'après les recherches de Grassi et Castronovo, v. Lenhossek, Cajal, Retzius et Kallius, des terminaison nerveuses intraépithéliales libres. Ces fibrilles nerveuses sont généralement considérées comme étant les ramifications terminales de fibres sensitives appartenant au nerf trijumeau.

Littérature

Broca : Revue d'Anthropologie, 1878-79. — Golgi : *Sulla fina struttura dei bulbi olfattorii.* Reggio Emilia, 1875. — Cajal : *Origen y terminacion de las fibras nerviosas olfatorias.* Gaceta sanitaria Municipal, Barcelone, 1890. — P. Ramon : *Notas preventivas sobre la estructura de los centros nerviosos.* Gaceta sanitaria, Barcelone, 1890. — Van Gehuchten et Martin : *Le bulbe olfactif chez quelques mammifères.* La Cellule, 1891. — P. Ramon : *El encefalo de los reptiles.* Barcelone, 1891. — *Investigaciones micrograficas en el encefalo de los batraceos y reptiles.* Saragosse, 1894. — Kölliker : *Ueber den feineren Bau des Bulbus olfactorius.* Sitzungsber, der Würzburger Phys., med. Gesellsch., 1892. — Retzius : *Die Endigungsweise des Riechnerven.* Biol. Unters., B. III, 1892. — Calleja : *La region olfatoria del cerebro.* Madrid, 1893. — Löwenthal : *Le lobe olfactif des reptiles.* Journal de l'Anat. et de la physiologie, 1892. — Conil : *Des résultats obtenus par la méthode de Golgi appliquée à l'étude du bulbe olfactif.* Comptes rendus des séances de la Soc. de Biologie, 1892. — Berdez : *La cellule nerveuse.* Lausanne, 1893. — Kölliker : *Handbuch der Gewebelehre.* 1896, pp. 713-715. — Van Gehuchten ; *Le bulbe olfactif de l'homme.* Bibliographie anatomique, 1895. — Kölliker : *Handbuch der Gewebelehre.* 1896, p. 718. — V. Lenhossek : *Der feineren Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen.* 2e Anfl., 1895, pp. 141-143. — Cajal : *Sobre las relaciones de las celulas nerviosas con las neuroglicas.* Revista trimestral micrografica, Volume I, fasc. 1, 1896. — Retzius : *Der Geruchslappen beim Menschen und den übrigen Säugethieren.* Svenska Läkaresällskapets Förhandlingar, 1895. (Cité d'après le compte-rendu du Jahresbericht de Virchow, 1896, p. 82.) — Golgi : *Sulla fina anatomia degli Organi centrali del sistema nervoso.* Milan, 1886. — L. Sala : *Zur feineren Anatomie der grossen Seepferdefusses.* Zeitschr. f. wiss. Zool., 1891. — Schaffer : *Beiträge zur Histologie der Ammonshornformation.* Archiv. f. mikr. Anat., 1892. — Lugaro : *Contributo alla fina anatomia del grande piede d'Hippo-*

campo. Arch. p. l. Sc. Mediche, 1893. — CAJAL : *Observaciones anatomicas sobre la corteza cerebral y asta de Ammon*. Actas de la Sociedad Espanola de Historia natural, 1892. — *Estructura del asta de Ammon y fascia dentata*. Madrid, 1893. — ZUCKERKANDL : *Das Riechbündel des Ammonshornes*. Anatom. Anz., 1888. — KÖLLIKER : *Ueber den Fornix longus von Forel und die Riechstrahlungen im Gehirn des Kaninchens*. Verhandl. der Anatom. Gesellsch., 1894. — CAJAL : *Estructura del talamo optico*. Apuntes para el estudio del bulbo raquideo cerebelo y origen de los nervios encefalicos. Madrid, 1895. — MAX SCHULTZE : *Ueber die Endigungsweise der Geruchsnerven und die Epithelialgebilde der Nasenschleimhaut*. Monatsber. d. Königl. Akad. d. Wiss., Berlin, 1856. — *Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut, namentlich die Struktur und Endigungsweise der Geruchsnerven bei dem Menschen und den Wirbelthieren*. Halle, 1862. — EHRLICH : *Ueber die Methylenblaureaktion der lebenden Nervensubstanz*. Deutsche med. Wochenschr., 1886. — ARNSTEIN : *Die Methylenbaufarbung als histologische Methode*. Anatom. Anz., 1887. — GRASSI et CASTRONOVO : *Beiträge zur Kenntniss des Geruchsorganes des Hundes*. Arch. f. mikr. Anat., 1889. — CAJAL : *Terminaciones del nervio olfatorio en la mucosa nasal*. Nuevas applicaciones del metodo de coloracion de Golgi. Barcelone, 1889. — *Origen y terminacion de las fibras nerviosas olfatorias*. Gaceta sanitaria Municipal, 1890. — VAN GEHUCHTEN : *Contribution à l'étude de la muqueuse olfactive chez les mammifères*. La Cellule, 1891. — V. BRUNN : *Die Nervenendigung im Riechepithel*. Naturf. Gesellsch zu Rostock, 1891. — *Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der menschlichen Nasenhöhle*. Arch. f. mikr. Anat., 1892. — *Die Endigung der Olfactoriusfasern im Jacobson 'schen Organ des Schafes*. Ibid., 1892. — RETZIUS : *Endigungen der Riechnerven*. Biolog. Unters., Bd. III, 1891. — V. LENHOSSEK : *Die Nervenursprünge und-Endigungen im Jacobson 'schen Organ des Kaninchen*. Anat. Anz., 1892. — RETZIUS : *Zur Kenntniss der Nervenendigungen in der Riechschleimhaut*. Biolog. Unters., Bd. IV, 1892. — CAJAL : *Nuevo concepto de la Histologia de los centros nerviosos*. Barcelone, 1893. — V. LENHOSSEK : *Die Nervenendigungen in der Riechschleimhaut*. Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane. Wiesbaden, 1894. — KALLIUS : voir DISSE : Ergebnisse der Anatomie und Physiologie, 1894. — RETSIUS : *Die Riechzellen der Ophidier in der Riechschleimhant und im Jacobson 'schen Organ*. Biolog. Unters., Bd. VI, 1894. — V. BRUNN : *Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der menschlichen Nasenhöhle*. Archiv. f. mikr. Anat., 1893.

TRENTE-DEUXIÈME LEÇON

La structure interne du télencéphale (*Suite*).

Les centres de projection et les centres d'association.

Nous avons terminé, dans notre dernière leçon, l'étude de la structure interne du télencéphale. Comme vous avez pu vous en convaincre, nos connaissances concernant l'organisation interne de cette partie importante du névraxe sont encore bien précaires : elles se réduisent en somme à une connaissance plus ou moins exacte des différents éléments nerveux qui entrent dans la constitution de la substance corticale. Cette substance corticale recouvre toute l'étendue de la face externe des hémisphères cérébraux. Elle présente partout, à quelques légères différences près, la même structure; et cependant nous savons, par les expériences physiologiques sur l'encéphale des mammifères et par les observations cliniques et anatomo-pathologiques sur l'encéphale de l'homme, que cette écorce cérébrale est loin d'avoir partout la même valeur physiologique. Qu'une lésion destructive se produise dans la substance corticale qui recouvre les circonvolutions centrales et elle sera suivie de la paralysie d'un nombre plus ou moins considérable de muscles de la moitié opposée du corps. Une lésion survenant dans la substance corticale voisine de la fissure calcarine sera suivie d'hémianopsie. Supposez détruite la substance corticale de la partie moyenne de la première circonvolution temporale dans les deux hémisphères et le malade, porteur de cette double lésion, sera atteint de surdité absolue. Par contre une lésion étendue de l'écorce grise du lobe frontal ou du lobe pariéto-temporal passera le plus souvent inaperçue, ou, si elle se traduit au dehors, elle se manifestera par un trouble plus ou moins apparent dans l'activité psychique. Que devons-nous conclure de tous ces faits, si ce n'est que la structure interne de l'écorce cérébrale n'a pas, *au point de vue fonctionnel*, une très grande importance. Ce qui serait important à connaître au plus haut point, ce sont les connexions qui existent, d'abord, entre les diverses régions de l'écorce cérébrale et les masses grises inférieures du névraxe ; ensuite, entre les diverses régions de l'écorce cérébrale elle même.

Nous savons que toutes ces connexions s'établissent par les fibres constitutives de la substance blanche des hémisphères cérébraux, fibres que l'on divise en trois groupes : les fibres commissurales, les fibres d'association et les fibres de projection ; mais ce que nous savons pour le moment de l'origine et de la terminaison de ces trois espèces de fibres nerveuses est bien peu de chose comparativement à tout ce que nous ignorons encore. Et même, dans le petit nombre de faits que nous croyons connaître se trouvent encore de grandes lacunes et de grandes erreurs. Nous en trouvons la preuve dans le fait suivant.

Dans la plupart des traités classiques traitant de l'anatomie du système nerveux, de même que dans la première édition de ces leçons, on trouve décrit, sous le nom de faisceaux cortico-protubérantiels, des faisceaux de fibres nerveuses reliant l'écorce cérébrale du lobe frontal et du lobe occipito-temporal aux masses grises qui constituent les noyaux du pont. Or, les recherches récentes de Dejerine et de Flechsig ont prouvé que les fibres cortico-protubérantielles, loin de provenir de la substance corticale du lobe frontal et du lobe occipito-temporal, proviennent toutes de la masse grise qui recouvre les circonvolutions centrales.

Voici un second fait, plus saisissant encore : tous les auteurs, sans exception aucune, ont crû jusqu'ici que toutes les régions de l'écorce cérébrale de l'homme étaient reliées aux masses grises inférieures par des faisceaux de fibres nerveuses que l'on désignait sous le nom de fibres de projection. Or, il résulte des recherches récentes de Flechsig, sur lesquelles nous allons revenir en détail, que ces fibres de projection n'existent que pour environ *un tiers* de toute l'étendue de l'écorce cérébrale ; de telle sorte que, dans le cerveau de l'homme, les deux tiers de la surface des hémisphères cérébraux sont dépourvus de connexion anatomique directe avec les centres nerveux inférieurs.

Cette étude des connexions anatomiques que présentent les différentes régions de l'écorce cérébrale est entourée de difficultés nombreuses et quasi insurmontables. Il s'agit, en effet, d'étudier ces connexions, non pas chez les mammifères, mais chez l'homme lui-même. Si l'on compare le névraxe d'un mammifère au névraxe de l'homme, on trouve, à de légères différences près, que, depuis le diencéphale jusqu'à l'extrémité inférieure de la moelle épinière, la conformation extérieure, la structure et même les connexions internes sont presque identiques. Ces centres nerveux inférieurs président, en quelque sorte, exclusivement à la vie végétative, à la vie réflexe et cette vie doit être la même chez tous les mammifères.

Goltz est parvenu a conservé en vie un chien auquel il avait extirpé

complètement les deux hémisphères cérébraux. Ce chien était privé de mémoire, était incapable de rechercher par lui-même, avec l'aide de ses sens extérieurs, les objets nécessaires à ses besoins corporels. Mais a côté de cela, il était capable de se tenir debout, de marcher. Il réagissait aux excitations du dehors (pressions, lumière, bruit) comme un chien normal. Quand on le soulevait brusquement du sol, il se mettait en rage, hurlait et mordait. Quand il était privé de nourriture, tout son corps était agité et, quand sa faim était satisfaite, il se calmait et manifestait un certain état de bien-être.

Le même état se retrouve en quelque sorte chez l'enfant nouveau-né et surtout chez l'enfant né avant terme. Ici, les hémisphères cérébraux existent, mais comme le remarque Flechsig, ils sont encore si peu développés, ils sont à ce point endormis, qu'ils sont incapables de tout fonctionnement : toutes les fibres constitutives de ces hémisphères sont encore privées de myéline, preuve évidente qu'elles ne servent pas encore à la fonction de conduction. Cet enfant né avant terme est donc, physiologiquement parlant, un enfant dépourvu d'hémisphères cérébraux. Et cependant, dit Flechsig, « les besoins de la vie se sont éveillés chez lui avec la première inspiration et c'est en criant qu'il réclame la satisfaction de ses besoins corporels ».

Pour élucider la structure interne des centres nerveux inférieurs, on peut donc s'adresser, non pas seulement à n'importe quel mammifère, mais même à n'importe quel vertébré. Ce qui le prouve, c'est que les découvertes nombreuses et importantes de ces dix dernières années, qui ont amené une revolution complète dans nos connaissances de la structure interne du système nerveux, reposent exclusivement sur des observations faites tout d'abord chez l'embryon de poulet, puis chez les mammifères, les reptiles, les batraciens et poissons. C'est à peine si, pour l'un ou l'autre point de la structure interne de la moelle épinière, des observations faites directement sur la moelle de l'homme sont venues confirmer la rectitude des conclusions que les auteurs ont tirées de leurs recherches chez les autres vertébrés.

Pour la structure interne du télencéphale il n'en est plus de même.

L'écorce grise et la substance blanche sous-jacente, c'est-à-dire les deux parties constitutives de ce qu'on appelle le *pallium* dans le cerveau terminal de l'homme, n'existent pas chez les poissons, fig. 475. Ici, le télencéphale est exclusivement réduit à la masse grise de la base, au *ganglion basal*, l'homologue du corps strié des vertébrés supérieurs. Le pallium commence à apparaître chez les batraciens, fig. 476, pour augmenter de volume en même temps que d'importance fonctionnelle chez les reptiles, fig. 477, les oiseaux, fig. 478, et les mammifères, fig. 479. Chez ces derniers il a déjà près un développement important. Chez aucun animal cependant son développement

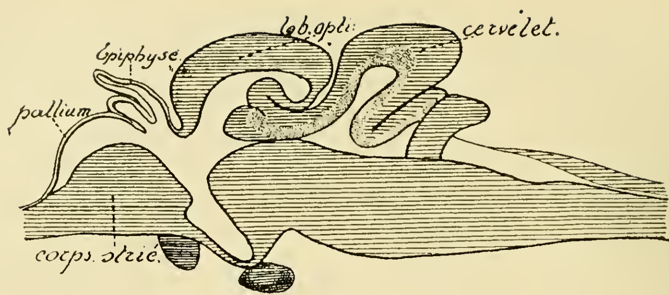


Fig. 475.

Coupe médiane de l'encéphale d'un poisson osseux (d'après Edinger).

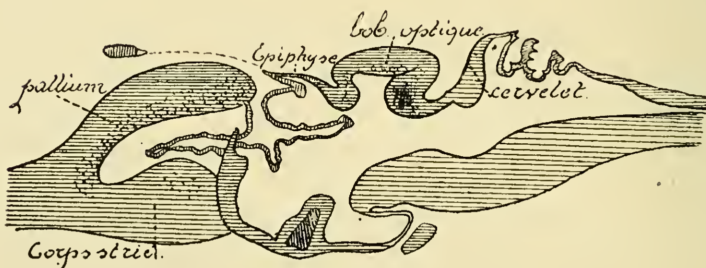


Fig. 476.

Schéma d'une coupe médiane de l'encéphale d'un batracien (d'après Edinger).

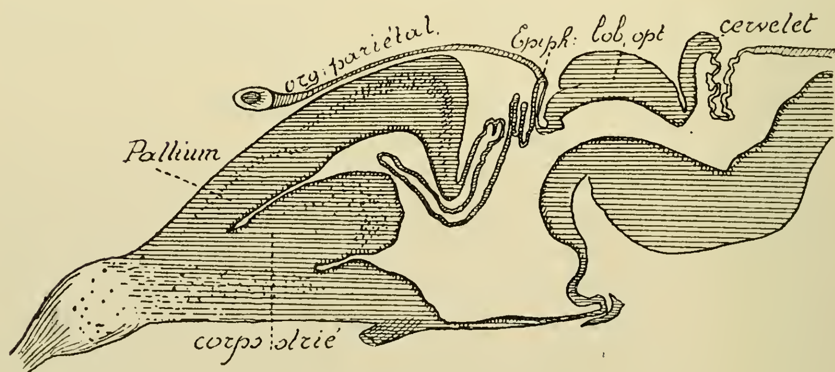


Fig. 477.

Schéma d'une coupe médiane de l'encéphale d'un reptile (d'après Edinger).

ne prend les proportions considérables qu'il acquiert chez l'homme, fig. **480**.

Il est évident, à priori, que les connexions anatomiques, que présente l'écorce cérébrale chez les mammifères, doivent se retrouver, plus ou

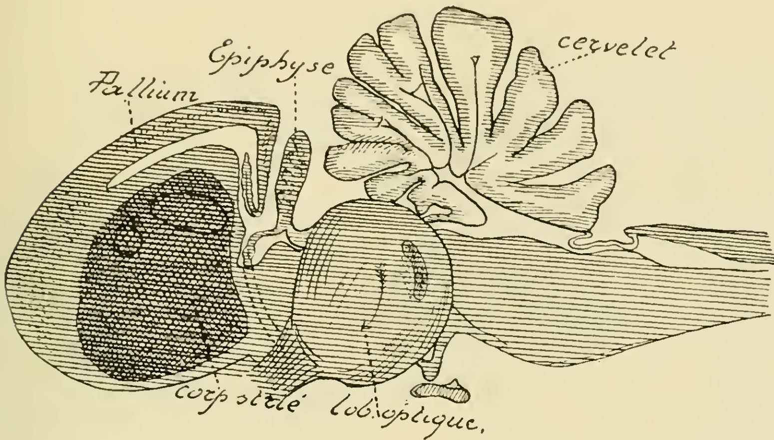


Fig. **478**.
Schéma d'une coupe médiane de l'encéphale d'un oiseau (d'après Edinger).

moins développées, dans le cerveau terminal de l'homme. Les impressions sensitives et sensorielles qui tombent sur les organes nerveux périphériques

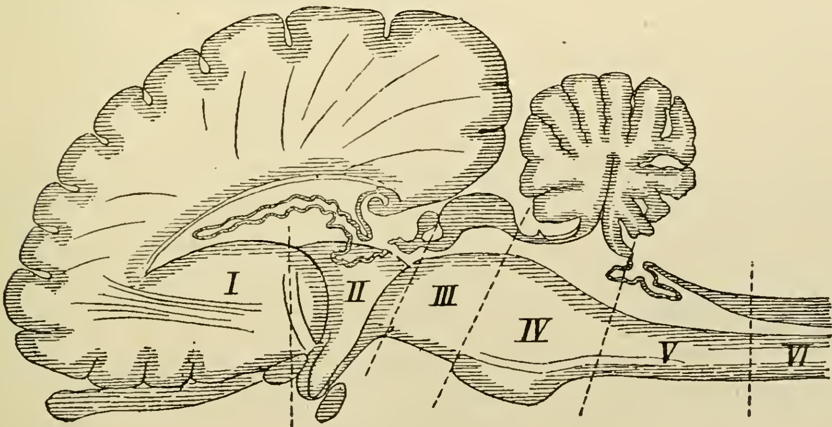


Fig. **479**.
Schéma d'une coupe médiane de l'encéphale d'un mammifère (d'après Edinger).

des mammifères sont conduites, par les voies nerveuses, jusqu'à l'écorce grise du cerveau terminal ; de celle-ci partent, en sens contraire, d'autres

voies nerveuses par lesquelles le cerveau terminal réagit sur les organes périphériques. Ces fibres centripètes et ces fibres centrifuges, qui mettent ainsi le cerveau terminal en connexion avec les organes périphériques, constituent le système des fibres de projection.

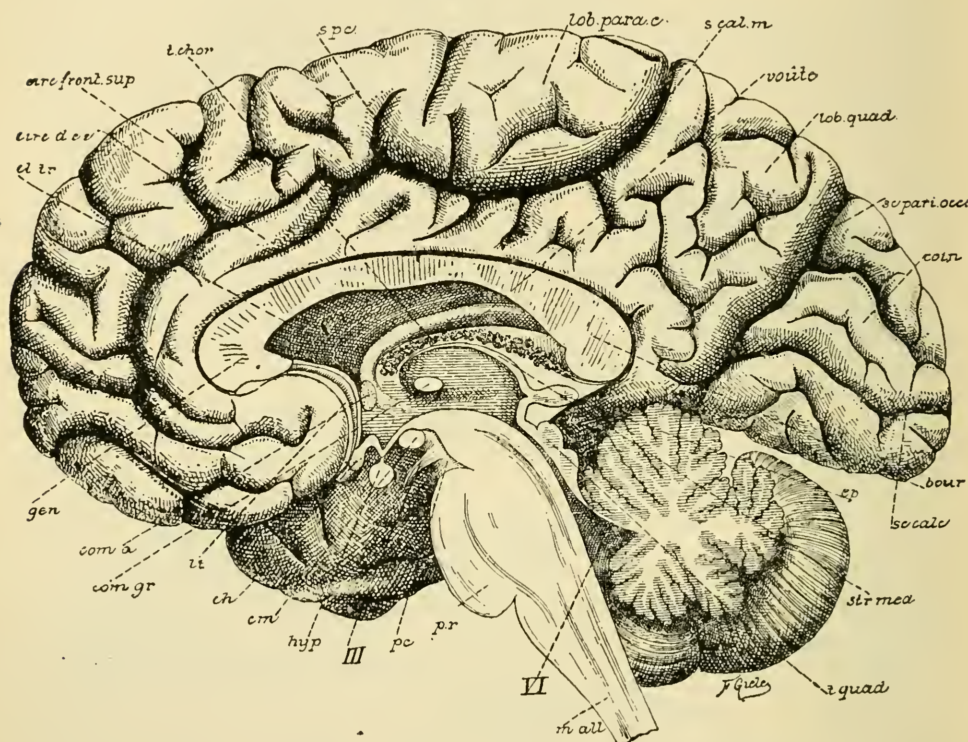


Fig. **480**.
Coupe médiane de l'encéphale de l'homme.

Ces fibres de projection se retrouvent dans le cerveau de l'homme. Chez lui, comme chez les mammifères, les excitations qui viennent ébranler les terminaisons nerveuses des nerfs sensibles périphériques sont conduites, par des faisceaux de fibres centripètes, vers l'écorce grise du cerveau terminal et y produisent une modification spéciale des cellules de l'écorce, modification dont la nature intime nous échappe, mais qui est la condition indispensable de ce que nous appelons une *sensation*. Cette sensation sera tactile, visuelle, acoustique, gustative ou olfactive suivant la terminaison nerveuse périphérique qui aura été excitée et suivant l'endroit spécial de l'écorce auquel l'excitation périphérique aura été transmise. A toutes ces excitations du dehors, notre organisme est en état de répondre, d'une façon adéquate, par des mouvements périphériques grâce à des faisceaux de

fibres nerveuses descendantes qui relient l'écorce cérébrale à tous les muscles du corps.

Le télencéphale de l'homme doit donc être, dans certaines de ses parties, la reproduction intégrale du télencéphale des mammifères. Pour l'étude de ces parties, les recherches anatomiques et expérimentales, faites chez les mammifères, seront donc d'une utilité incontestable.

Mais à côté de ces fonctions de relation, de ces fonctions communes à l'homme et à tous les mammifères et qui peuvent s'accomplir, chez nous, sans que nous en ayons conscience, le cerveau terminal de l'homme est encore le siège de fonctions beaucoup plus importantes, les *fonctions intellectuelles* ou *fonctions psychiques*, qui n'existent pas ou presque pas chez les mammifères. Les parties de l'écorce cérébrale qui forment le substratum anatomique de ces fonctions doivent donc être étudiées directement chez l'homme. Or, il résulte des recherches de Flechsig, que ces parties cérébrales — surajoutées en quelque sorte au cerveau des mammifères inférieurs pour constituer le cerveau de l'homme — correspondent aux *deux tiers* de la face externe de nos hémisphères cérébraux. Nos connaissances concernant l'organisation interne du télencéphale, pour être sérieuses et complètes, doivent donc s'appuyer toutes entières sur des observations faites sur le cerveau de l'homme.

Mais ici, le champ des investigations anatomiques se trouve considérablement rétréci. Les matériaux sont difficiles à obtenir dans un état suffisant de fraîcheur. Le volume considérable du télencéphale rend la poursuite des fibres nerveuses excessivement difficile et ne permet pas l'application, sur une grande échelle, de la précieuse méthode au chromate d'argent. Les recherches expérimentales font complètement défaut. De sorte que, pour pénétrer la structure interne du cerveau terminal de l'homme, il ne reste plus que les recherches anatomo-pathologiques, c'est-à-dire l'étude des dégénérescences consécutives à des lésions plus ou moins circonscrites, et la méthode embryologique de Flechsig.

La méthode des dégénérescences secondaires a, certes, à son actif, plus d'une découverte importante. C'est grâce à elle que Türck a pu établir, dès 1851, le trajet intracérébral des fibres de la voie pyramidale. C'est grâce à elle aussi que Déjerine a pu mettre en lumière les connexions importantes qui existent entre l'écorce cérébrale et les fibres du pied du pédoncule cérébral.

Chez l'homme, c'est la nature elle-même qui se charge de produire la destruction de tel ou tel centre nerveux donné. Cette méthode remplace donc, en quelque sorte, dans l'étude du cerveau de l'homme, la méthode

expérimentale si importante pour établir les connexions anatomiques dans le système nerveux des mammifères; avec cette différence cependant que, chez les animaux, nous pouvons produire la lésion au point spécial dont nous désirons étudier les connexions et la limiter à notre gré; tandis que, chez l'homme, la méthode est plus longue et plus laborieuse parce que nous devons attendre que la nature ait produit la lésion désirée, l'ait produite dans les limites requises et n'ait produit qu'elle. Ce qui ne s'observe que dans des cas excessivement rares.

La méthode embryologique de Flechsig est beaucoup plus maniable. Découverte par Flechsig lui-même et employée, par lui et par ses élèves, depuis plus de vingt ans, elle a conduit à des découvertes remarquables sur plusieurs points de l'organisation interne des centres nerveux inférieurs. Elle a été appliquée également par Flechsig à l'étude de l'organisation interne du télencéphale. Les résultats qu'elle a fournis déjà sont tellement importants, jettent une lumière si vive sur la valeur relative que nous devons attribuer aux différentes parties constitutives de nos hémisphères cérébraux que, sans attendre que les recherches ultérieures soient venues confirmer les conclusions de Flechsig, je crois de mon devoir de vous les faire connaître, convaincu, pour ma part, que ces résultats, s'harmonisant déjà avec un grand nombre de faits cliniques, sont l'expression de la réalité.

En se basant sur les connexions anatomiques qui existent entre la substance corticale du cerveau terminal et les masses grises sous-jacentes du névraxe, Flechsig est arrivé à une conception toute nouvelle de la valeur fonctionnelle des diverses régions de l'écorce cérébrale. Un fait qui lui paraît indiscutable c'est que, contrairement à ce que l'on avait cru jusqu'ici, toutes les zones de l'écorce ne sont pas pourvues de fibres de projection, ne sont pas reliées par des faisceaux de fibres nerveuses aux masses grises inférieures de l'axe cérébro-spinal. Ce fait est d'une importance capitale. C'est en s'appuyant sur lui que Flechsig a divisé l'écorce cérébrale en deux zones nettement distinctes : une zone comprenant toutes les régions de l'écorce reliées par des *fibres de projection* à des centres nerveux inférieurs : la *zone des centres de projection* ou les *sphères sensorielles* (*Sinnessphären* ou *Projectionscentren* de Flechsig) et une zone comprenant toutes les parties de l'écorce dépourvues de fibres de projection, mais reliées par de nombreuses *fibres d'association* aux sphères sensorielles : *la zone des centres d'association* (*Associationscentren* de Flechsig).

La zone des centres de projection comprend quatre sphères sensorielles :

1° La *sphère tactile* (Körperfühlsphäre), la plus étendue de toutes,

comprenant les circonvolutions centrales, le lobule paracentral, la partie voisine de la circonvolution du corps calleux et la partie postérieure des trois circonvolutions frontales. Dans toute l'étendue de cette zone corticale viennent se terminer les fibres de la voie sensitive centrale amenant à l'écorce toutes les impressions de sensibilité générale perçues par les terminaisons nerveuses sensitives périphériques de la moitié opposée du corps. Dans toute l'étendue de cette même zone se trouvent, d'après Flechsig, des cellules pyramidales géantes, ayant beaucoup d'analogie avec les cellules radiculaires des cornes antérieures de la moelle épinière : ce sont les cellules d'origine des fibres de la voie motrice principale ou voie motrice tactile et des fibres du faisceau frontal cortico-protubérantiel de Flechsig.

2° La *sphère olfactive.* Elle comprend le trigone olfactif et la partie voisine de la circonvolution du corps calleux, la substance perforée antérieure, le repli unciforme et la partie voisine de la circonvolution de l'hippocampe. Le sens olfactif étant fort peu développé chez l'homme, Flechsig n'est pas encore parvenu à établir, d'une façon certaine, le trajet des fibres de projection centripètes et centrifuges. La sphère olfactive se trouve cependant reliée, par des fibres de projection, à la couche optique, au noyau lenticulaire et à la corne d'Ammon.

3° La *sphère visuelle.* Elle répond à la partie de la face interne de chaque hémisphère cérébral qui entoure la fissure calcarine. Les fibres centripètes viennent de la couche optique, du corps genouillé externe et des éminences supérieures des tubercules quadrijumeaux. Parmi ces fibres centripètes, celles qui viennent du corps genouillé externe se termineraient exclusivement dans les parois de la fissure calcarine, tandis que les fibres venant de la couche optique et des tubercules quadrijumeaux supérieurs trouveraient leur terminaison dans l'écorce cérébrale voisine de cette fissure. Cette distinction a son importance, parce que, d'après Flechsig, le corps genouillé externe reçoit exclusivement les fibres venant de la *macula lutea* de la rétine.

Pour les fibres centrifuges, Flechsig admet que chaque sphère visuelle est reliée à la couche optique correspondante ; celle-ci serait reliée à son tour soit à des masses grises inférieures, soit à la sphère tactile ; ainsi s'expliquerait l'influence de la sphère visuelle sur certains mouvements périphériques.

4° La *sphère auditive.* Elle embrasse la partie moyenne de la première circonvolution temporale et la partie correspondante de cette circonvolution qui concourt à former l'opercule inférieur de la fissure de Sylvius.

Cette sphère est reliée, par des fibres centripètes, aux éminences inférieures des tubercules quadrijumeaux et au corps genouillé interne et,

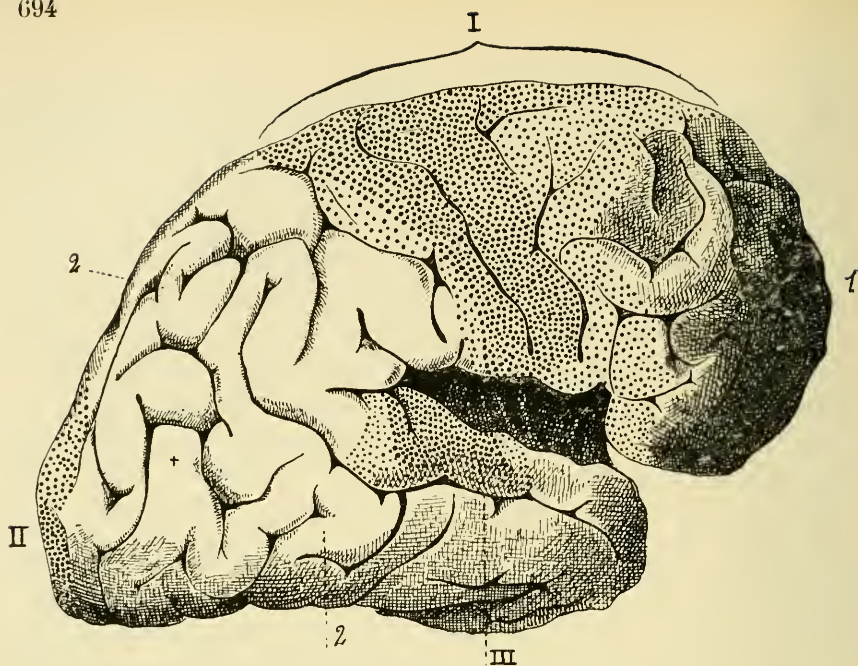


Fig. 481.
Les sphères sensorielles ou centres de projection et les centres d'association (d'après Flechsig).

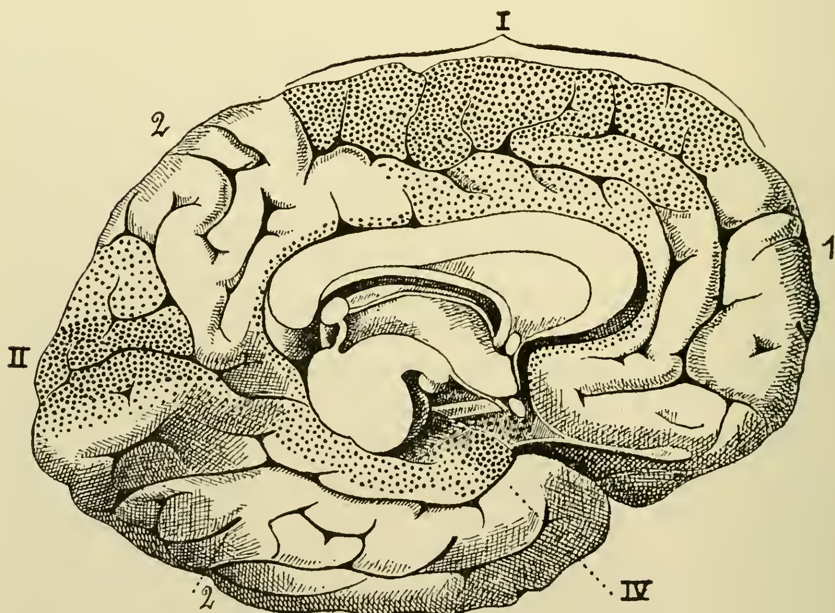


Fig. 482.
Les sphères sensorielles ou centres de projection et les centres d'association (d'après Flechsig).

I : Sphère tactile.
II : Sphère visuelle.
III : Sphère auditive.
IV : Sphère olfactive.
a : Centre d'association antérieur.
b : Grand centre d'association postérieur.

par des fibres centrifuges (faisceau temporal cortico-protubérantiel de Flechsig, appelé quelquefois encore *faisceau de* Turck, passant par le quart externe du pied du pédoncule cérébral), aux noyaux du pont. Flechsig considère ces fibres descendantes comme une voie motrice ayant pour fonction de transmettre les excitations arrivées dans la sphère auditive aux muscles moteurs de l'oreille.

Outre ces fibres de projection reliant les sphères sensorielles aux masses grises inférieures du névraxe, il existe encore, dans chaque centre de projection, de nombreux faisceaux de fibres nerveuses centripètes et centrifuges reliant ce centre à la couche optique correspondante.

L'examen des fig. **481** et **482**, qui nous montrent les limites respectives de chacune de ces sphères sensorielles, fait ressortir les deux faits suivants sur lesquels Flechsig appelle l'attention :

1° La sphère tactile est, chez l'homme du moins, beaucoup plus étendue que toutes les autres sphères sensorielles réunies. Flechsig croit que l'étendue de chacune de ces sphères est en rapport immédiat avec le nombre de fibres nerveuses qui constituent les nerfs périphériques centripètes et centrifuges appartenant à ces sphères.

Cette disproportion entre l'étendue de la sphère tactile et l'étendue des autres sphères sensorielles ne doit donc pas nous surprendre. Les sphères sensorielles ne sont, en somme, que la projection sur notre écorce cérébrale des surfaces sensibles dans lesquelles se terminent nos nerfs périphériques. La sphère olfactive est peu développée parce qu'elle n'est que la reproduction, dans le télencéphale, de la petite région de la muqueuse des fosses nasales où se trouvent les cellules d'origine des fibres olfactives. La sphère auditive et la sphère visuelle reproduisent, dans notre cerveau, l'une, la surface sensible de l'organe de Corti de l'oreille interne ; et l'autre, toute l'étendue d'une rétine. A ces trois sphères sensorielles n'aboutissent que des excitations venues du monde extérieur. Au contraire, le sens du tact sous toutes ses formes se trouve localisé dans toute l'étendue de notre surface cutanée et dans toute l'étendue de nos muqueuses (fosses nasales, conjonctive, cavité buccale y compris la langue avec les impressions de la sensibilité gustative, pharynx, larynx, muqueuse des organes génitaux, etc.) ; rien d'étonnant donc que la partie de l'écorce cérébrale où se projette la surface tactile de chaque moitié du corps prenne un développement beaucoup plus considérable. D'ailleurs, outre ces excitations externes, la sphère tactile est encore le centre cortical où aboutissent toutes les impressions internes, impressions venues de la profondeur même de nos organes et qui nous renseignent sur la position respective des diverses parties de notre corps ; de même

qu'elle constitue le centre cortical qui tient sous sa dépendance tous les mouvements du corps.

2° Toutes les sphères sensorielles se localisent autour des sillons primaires : la sphère visuelle autour de la fissure calcarine, la sphère tactile autour de la fissure centrale, la sphère olfactive et la sphère auditive autour de la fissure de Sylvius. Ces fissures primaires ont plus que probablement pour but d'agrandir l'étendue de la sphère sensorielle correspondante.

Ce qui ressort encore de la description qui précède, c'est que toutes les sphères sensorielles sont pourvues de fibres de projection centripètes et centrifuges. Ces sphères représentent donc des *zones sensitivo-motrices* de l'écorce.

Jusqu'ici, en se basant sur les recherches cliniques, on n'avait considéré comme sphère motrice que la partie de l'écorce cérébrale recouvrant les circonvolutions centrales et le lobule paracentral. D'après Flechsig, ces circonvolutions centrales ou *zone motrice de Charcot* ne constituent que la *zone motrice principale, la zone motrice tactile,* en connexion avec les mouvements des membres, de la face et de la langue. Mais cette zone motrice de Charcot ne représente pas la zone motrice unique. A côté de celle-là, il en existe au moins encore deux autres, l'une dans la sphère visuelle et l'autre dans la sphère auditive. Ces zones motrices secondaires n'ont aucune influence sur les muscles des membres, de la face et de la langue, mais tiennent sous leur dépendance les muscles qui président aux mouvements de la tête et aux mouvements des yeux.

La zone des centres d'association est formée de trois centres distincts :

1° Le *grand centre d'association postérieur.* Ce centre comprend le précoin, une partie de la circonvolution linguale, la circonvolution fusiforme, fig. **481**, toutes les circonvolutions pariétales, la circonvolution temporale inférieure et la partie antérieure de la face externe du lobe occipital, fig. **482**.

2° Le *centre d'association moyen* correspond à l'insula de Reil.

3° Le *centre d'association antérieur* se trouve constitué par la moitié antérieure de la circonvolution frontale supérieure, la plus grande partie de la circonvolution frontale moyenne et par la circonvolution droite que l'on trouve sur la face inférieure du lobe frontal.

La zone des centres de projection ne correspond donc qu'au tiers de la surface totale des hémisphères cérébraux, tandis que les deux autres tiers de la substance corticale représentent exclusivement des centres d'association.

Les centres de projection sont en connexion avec tous nos organes périphériques par un double faisceau de fibres nerveuses : un faisceau de fibres ascendantes, centripètes ou sensitives et un faisceau de fibres descen-

dantes, centrifuges ou motrices. Ces deux faisceaux de fibres nerveuses aboutissent, d'après Flechsig, aux mêmes régions de l'écorce. Il n'existe donc pas de zone corticale exclusivement motrice ou exclusivement sensitive, mais toute partie de l'écorce cérébrale, appartenant aux sphères sensorielles, est à la fois le lieu de terminaison des fibres sensitives et le lieu d'origine des fibres motrices correspondantes. Les sphères sensorielles sont donc, en réalité, les régions sensitivo-motrices de l'écorce cérébrale. Toutes les impressions recueillies par les terminaisons nerveuses périphériques de nos fibres sensitives sont conduites à la sphère tactile de l'écorce cérébrale par une série de neurones centripètes superposés. Ces impressions sont transmises aux cellules d'origine des fibres descendantes ou motrices de cette même région, puis descendent à travers les neurones centrifuges superposés jusque dans nos muscles périphériques. Il en est de même pour les impressions olfactives, visuelles et acoustiques qui sont transmises par des voies centripètes à la sphère sensorielle correspondante. Les centres de projection, considérés en eux-mêmes, complètement séparés des centres d'association qui les entourent, constituent donc en quelque sorte les *centres nerveux pour les réflexes d'origine corticale.*

Les centres de projection existent, avec un développement quelquefois même plus considérable que chez l'homme, dans le télencéphale de tous les mammifères. Au contraire, la zone des centres d'association, si développée dans le cerveau de l'homme, perd considérablement de son importance et finit par disparaître complètement au fur et à mesure que l'on descend dans la série des mammifères. D'après les recherches de Flechsig, les centres d'association manquent totalement chez les rongeurs : ici, toutes les phères sensorielles se touchent et toute l'étendue de l'écorce cérébrale se trouve pourvue de fibres de projection. Chez les carnassiers, les centres d'association sont encore peu développés. Chez les singes supérieurs les centres d'association atteignent un développement égal à celui des centres de projection. Chez l'homme seul la zone des centres d'association atteint un développement tel qu'elle occupe, à elle seule, les deux tiers de toute l'étendue de la face externe des hémisphères cérébraux.

Ces centres d'association se trouvent intercalés entre les centres de projection de manière à séparer ces derniers centres complètement l'un de l'autre.

Ce qui caractérise avant tout la zone des centres d'association, c'est qu'elle est complètement indépendante des masses grises inférieures du névraxe ; elle est complètement dépourvue de fibres de projection. Aucune excitation du milieu externe ou du milieu interne, du monde ou de notre propre corps ne peut donc lui être directement transmise, de même qu'elle

est sans influence immédiate sur nos organes et sur nos muscles périphériques. La zone des centres d'association est uniquement et exclusivement en connexion, par un nombre incalculable de fibres nerveuses, avec les régions corticales qui appartiennent aux sphères sensorielles. Ces fibres d'association sont, par rapport aux centres d'association, ou des fibres centripètes ou des fibres centrifuges. Les fibres centripètes proviennent des centres de projection et se terminent dans les centres d'association ; elles transmettent à ceux-ci toutes les sensations qui arrivent dans les sphères sensorielles. C'est dans les centres d'association que toute sensation perçue laisse une empreinte ineffaçable qui constitue le souvenir. C'est là que se rencontrent, se réunissent et se fusionnent en des centres supérieurs les sensations tactiles, visuelles, olfactives et acoustiques. C'est là que ces sensations sont comparées entre elles et comparées à des sensations antérieures. C'est là que l'esprit trouve les éléments indispensables à tous les actes de la vie intellectuelle ou psychique. Ces centres sont, en définitive, dans le cerveau de l'adulte, le substratum anatomique de ce qu'on appelle expérience humaine, savoir, connaissance, langage, sentiments esthétiques, moraux, etc.

Les fibres centrifuges qui partent de ces centres d'association vont se terminer dans les sphères sensorielles. Elles maintiennent les centres de projection sous la dépendance immédiate de nos centres d'association et permettent à ceux-ci d'exercer sur nos sphères sensorielles une véritable action inhibitive. C'est par l'intermédiaire de ces fibres centrifuges que l'esprit peut réagir sur les cellules d'origine des fibres des voies motrices et produire des mouvements qui seuls doivent être considérés des mouvements volontaires.

Les centres de projection sont donc les régions de l'écorce qui président à la vie animale. Par ses centres de projection et par les masses grises inférieures du névraxe qui en dépendent, l'organisme tend à assouvir tous ses besoins corporels.

Les centres d'association au contraire sont les régions de l'écorce qui président à la vie intellectuelle, à la vie morale. Ce sont, suivant l'expression de Flechsig, les *centres intellectuels* (geistige Centren), les véritables *organes de la pensée* (Denkorgane).

Les centres de projection présentent, chez tous les mammifères et chez l'homme, un développement en rapport immédiat avec le développement des surfaces sensibles périphériques correspondantes. Les centres d'association au contraire, présentent, un développement éminemment variable d'un mammifère à l'autre. Leur développement considérable et prédominant constitue la marque caractéristique du cerveau terminal de l'homme. Mais,

même chez l'homme, le développement de ces centres d'association peut varier et varie en réalité d'un cerveau à l'autre. Ce développement inégal semble être en rapport étroit avec le développement correspondant des facultés intellectuelles. C'est ainsi que, pour le grand centre d'association postérieur, FLECHSIG fait ressortir qu'on le trouve plus développé chez les hommes doués d'une intelligence supérieure, au point que, chez certains d'entre eux, on l'a vu correspondre à la moitié de toute l'étendue de l'écorce cérébrale, alors que chez les idiots, les arriérés et les imbéciles, ce centre d'association est notablement plus petit.

Ces centres d'association eux-mêmes n'ont pas, au point de vue de l'intelligence, la même valeur. Ils diffèrent déjà l'un de l'autre, au point de vue anatomique, par les sphères sensorielles entre lesquelles ils se trouvent intercalés : le centre postérieur relie l'une à l'autre la sphère tactile, la sphère auditive et la sphère visuelle. Le centre moyen se trouve intercalé entre la sphère tactile et la sphère auditive, tandis que le centre antérieur sépare la sphère tactile de la sphère olfactive. Ils diffèrent encore davantage au point de vue fonctionnel, ainsi que semblent le prouver les troubles de l'intelligence accompagnant les lésions bilatérales de l'un ou l'autre de ces centres. Mais dans l'état actuel de la science, il n'est pas encore possible d'attribuer à chacun d'eux, d'une façon nette et précise, sa véritable valeur fonctionnelle.

Dans le centre antérieur se localiserait, d'après FLECHSIG, la conscience de la personnalité (Persönlichkeitsbewustsein). A la suite de lésions localisées dans ce centre, il semble que le *moi*, la faculté d'abstraction, la volonté sont particulièrement atteints.

Le centre d'association moyen correspond à l'écorce grise qui recouvre l'insula de REIL. Il sépare la sphère auditive de la sphère tactile. C'est le centre qui réunit en un seul tout toutes les régions corticales sensitives et motrices dont l'intégrité est indispensable à la conservation du langage articulé et, principalement, les impressions auditives avec les images motrices des lèvres, de la langue, du voile du palais et du larynx.

Le grand centre d'association postérieur semble être la partie de l'écorce qui nous met immédiatement en rapport avec le monde extérieur. C'est là que se réunissent, en effet, en des centres supérieurs, toutes les sensations tactiles, visuelles et acoustiques qui nous viennent du dehors.

Les diverses parties constitutives d'une même sphère intellectuelle n'ont pas elles-mêmes, au point de vue de l'intelligence, la même valeur. Chaque centre d'association semble constitué d'un grand nombre de centres plus petits ayant chacun une fonction spéciale à remplir. Cette étude des localisations dans le domaine des centres d'association est excessivement difficile;

elle doit reposer tout entière sur des observations cliniques et anatomo-pathologiques. Or, les cas de lésion nettement limitée à tel ou tel point précis des centres d'association sont excessivement rares. Rien d'étonnant donc si nos connaissances concernant ces localisations spéciales sont encore si précaires. Nous ne savons rien de précis concernant le centre d'association antérieur. Quant au grand centre d'association postérieur, les observations cliniques ont démontré qu'une lésion limitée de l'écorce cérébrale, survenant au point + de la FIG. **481**, entraine à sa suite de l'*alexie* ou de l'*aphasie optique*, c'est-à-dire l'incapacité de lire avec les yeux ou de comprendre les caractères imprimés ou écrits.

FLECHSIG suppose que les parties de ce centre voisines des circonvolutions centrales sont en rapport avec les *images mnéoniques* (Erinnerungsbilder) du sens musculaire et du sens tactile, de même que les parties temporales et occipitales de ce centre seraient en rapport, les unes, avec les *images mnéoniques* du sens de l'ouie; les autres, avec celles du sens de la vue.

FLECHSIG apporte à l'appui de sa manière de voir les deux cas suivants : 1° Un cas publié par HEUBNER : la sphère auditive gauche entièrement intacte a été séparée de toutes les parties voisines de l'écorce situées au-dessus, en arrière et en dessous par un foyer de ramollissement. Le malade porteur de cette lésion pouvait répéter tous les mots qu'on prononçait devant lui, mais il n'en comprenait pas le sens et, de plus, il n'en gardait le souvenir que pendant quelques secondes. Le souvenir des images auditives et la valeur conventionnelle des mots se localisent donc en dehors de la sphère auditive dans le grand centre d'association postérieur.

2° Un cas publié par NOTHNAGEL : à la suite d'un ramollissement de la zone corticale des deux sphères visuelles survenu brusquement pendant la nuit, un homme devient aveugle. La destruction de ses sphères visuelles le met hors d'état de recevoir encore de nouvelles sensations visuelles. Malgré cela, cet homme conserve le souvenir de l'aspect extérieur des objets vus antérieurement et peut encore se représenter des images visuelles. Les images visuelles doivent donc se localiser, dans le cerveau, en dehors de la sphère visuelle, dans la partie voisine du grand centre d'association postérieur.

Le développement considérable de la circonvolution supramarginale et de la circonvolution pariétale supérieure, c'est-à-dire des circonvolutions qui correspondent à la bosse pariétale, est caractéristique pour le cerveau des hommes de génie. On a trouvé le lobe pariétal considérablement développé non seulement chez des musiciens célèbres comme BACH et BEETHOVEN (HIS, FLECHSIG), mais encore sur le cerveau des grands savants. Ces faits ont été signalés depuis longtemps par RÜDINGER, KUPFFER et d'autres, sans que personne jusqu'ici ait pu établir les fonctions spéciales dévolues à ces circonvolutions pariétales. A FLECHSIG revient le mérite

incontestable d'avoir établi que, si chez les hommes doués d'une intelligence supérieure le lobe pariétal prend un développement considérable, c'est que ce lobe pariétal forme une partie importante du grand centre d'association postérieur.

Nous avons vu, en étudiant la conformation extérieure du cerveau terminal, que la division des hémisphères cérébraux en lobes frontaux, pariétaux, occipitaux et temporaux ne reposait en aucune façon sur l'organisation interne du télencéphale, que c'était là une division purement conventionnelle, établie dans le but de faciliter la description des sillons et des circonvolutions, à une époque où l'on ne connaissait pas la valeur fonctionnelle des diverses parties du télencéphale.

Aujourd'hui, il n'en est plus ainsi. Grâce aux recherches de Flechsig, l'organisation interne du cerveau terminal se dessine dans ses grandes lignes et, si la division des hémisphères cérébraux en lobes peut se maintenir au point de vue de l'anatomie topographique, il est juste cependant qu'on la fasse suivre de la division plus rationnelle proposée par Flechsig. A côté des cinq lobes anatomiques : lobe frontal, pariétal, occipital, temporal et insula de Reil, nous trouvons donc, dans chaque hémisphère cérébral, sept zones physiologiques : quatre sphères sensorielles et trois sphères intellectuelles.

Les deux territoires de l'écorce cérébrale : la zone des centres de projection et la zone des centres d'association, sont donc en connexion étroite et intime l'une avec l'autre. Cette connexion est telle que toutes les impressions qui aboutissent aux sphères sensorielles sont transmises immédiatement aux sphères intellectuelles. Celles-ci réagissent alors sur les sphères sensorielles et obligent l'organisme à répondre d'une façon donnée à ces excitations du dehors. Les sphères intellectuelles constituent donc pour les sphères sensorielles de véritables centres nerveux supérieurs. Et de même que les centres de projection de l'écorce tiennent sous leur dépendance tous les centres nerveux inférieurs et exercent sur ces centres une véritable action de contrôle ou d'arrêt, de même les centres d'association tiennent sous leur dépendance immédiate l'activité des centres de projection. Par ses centres de projection l'organisme n'aspire qu'à satisfaire les excitations des sens, qu'à obéir à ses instincts aveugles. Par ses centres d'association, considérablement plus développés, l'organisme combat les sens par la raison, les instincts aveugles par les idées morales. Dans un cerveau sain et bien organisé l'action des centres d'association est donc prédominante. Mais lorsque l'action inhibitive, que ces centres d'association exercent sur les centres de projection, se trouve ou affaiblie par une

anomalie dans le développement, ou paralysée par une intoxication passagère ou permanente comme cela s'observe dans l'alcoolisme, ou détruite par la maladie, alors l'activité des centres de projection devient prédominante, la vie de la bête qui est en nous se manifeste sans entrave, les passions se déchaînent, la violence et la colère prennent libre cours, toute moralité et, jusqu'à un certain point, toute responsabilité disparaît dans nos actes.

Il est impossible de nous étendre davantage sur cette découverte importante de Flechsig. Ce que nous en avons dit suffit amplement pour vous montrer les horizons nouveaux qu'elle ouvre autour de nous. Elle marquera dans l'histoire de la science neurologique, parce qu'elle éclaire d'un jour nouveau bien des problèmes jusqu'ici insolubles de physiologie et de pathologie nerveuses.

Après vous avoir fait connaître les conclusions importantes qui se dégagent des recherches de Flechsig, il convient encore de vous montrer les observations sur lesquelles elles s'appuient.

Vous connaissez la découverte importante faite par Flechsig il y a 20 ans, découverte qui a été le point de départ de toutes ses recherches ultérieures. En pratiquant des coupes dans le névraxe d'embryons humains, Flechsig a constaté que l'axe nerveux était formé exclusivement de substance grise jusque vers le milieu du cinquième mois de la vie intra-utérine. A partir de cette époque la substance blanche fait son apparition ; elle provient uniquement de la myéline dont s'entourent, à ce moment, les cylindre-axes des fibres nerveuses.

En comparant entre eux des embryons de même âge et des embryons d'âges différents, Flechsig a constaté que cette apparition de la substance blanche se fait d'après un ordre déterminé et toujours le même, de telle sorte que, connaissant l'âge de l'embryon, on peut dire d'avance dans quelles régions les fibres nerveuses sont pourvues de myéline et dans quelles régions elles sont encore exclusivement réduites aux cylindre-axes.

Continuant ses recherches, Flechsig trouve que les faisceaux de fibres nerveuses qui ont les mêmes connexions anatomiques et qui, par conséquent, remplissent les mêmes fonctions physiologiques, développent leur myéline à la même époque, tandis que les faisceaux de fibres nerveuses ayant des connexions anatomiques différentes et devant avoir, par le fait même, une valeur fonctionnelle différente, prennent leur myéline à des époques différentes. En étudiant donc l'époque d'apparition de la myéline dans les diverses parties du névraxe, Flechsig avait entre les mains une méthode importante qui lui permettait de distinguer l'un de l'autre les faisceaux de fibres nerveuses à

connexions anatomiques différentes, à les poursuivre dans leur trajet à travers le névraxe et à établir leur origine et leur terminaison.

Cette myélinisation des fibres nerveuses, considérée en elle-même, n'est cependant pas, au point de vue de la conductibilité des fibres nerveuses, un fait d'une importance considérable. La formation de la myéline autour des prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses est un phénomène secondaire, puisque, au moment où cette myéline se forme, les connexions anatomiques se trouvent établies, entre des neurones distincts, par les prolongements protoplasmatiques et cylindraxiles ; ces connexions anatomiques établies, les éléments nerveux peuvent fonctionner. Mais ce qui donne à ce phénomène de myélinisation des fibres nerveuses une importance considérable, c'est qu'il ressort des recherches de Flechsig que, dès qu'une fibre nerveuse du système cérébro-spinal est prête à exercer sa fonction de conductibilité, la gaine de myéline se forme. L'apparition de la myéline autour d'un cylindre-axe est donc, pour nous, la preuve matérielle de la maturité complète de la fibre nerveuse correspondante. Et ce qui prouve bien que telle est la signification que nous pouvons attribuer au phénomène de myélinisation des fibres nerveuses, c'est que si, pour un motif ou l'autre, des fibres nerveuses doivent exercer leur fonction de conductibilité plus vite que normalement, l'époque de myélinisation de ces fibres nerveuses se trouve avancée sous l'influence des stimulations externes. L'exemple le plus frappant de ce fait nous est offert par les fibres des nerfs optiques. Chez l'enfant né avant terme, sous l'influence des excitations rétiniennes, ces fibres développent leur gaine de myéline plus tôt que chez l'enfant qui arrive à terme.

En poursuivant cette myélinisation des fibres nerveuses dans le cerveau terminal, Flechsig a constaté que, parmi toutes les fibres du télencéphale, les fibres centripètes ou sensitives sont les premières à arriver à l'état de maturité complète. Ces fibres commencent à former leur myéline à partir du huitième mois de la vie intra-utérine et cela de telle façon, que ce sont d'abord les fibres qui sont en connexion avec les cordons postérieurs de la moelle, puis celles qui viennent du bulbe olfactif, des masses grises terminales des fibres optiques et des fibres acoustiques qui arrivent successivement à l'état de maturité complète. Dans le télencéphale d'embryons âgés de huit à neuf mois on peut donc poursuivre facilement le trajet intracérébral de ces fibres centripètes, puisque ce sont les seules fibres, qui, à cette époque, sont pourvues de myéline. On peut ainsi se convaincre, avec la plus grande facilité, que les fibres de la voie sensitive centrale se terminent dans l'écorce grise de la sphère tactile, de la sphère olfactive, de la sphère visuelle et de la sphère acoustique.

Lorsque ces voies centripètes se trouvent établies et que les excitations du dedans et du dehors peuvent être amenées par elles jusque dans l'écorce cérébrale, la myéline commence à se développer autour des fibres nerveuses descendantes qui partent de ces sphères sensorielles et qui les mettent en connexion avec les organes périphériques. Ce travail de myélinisation se trouve achevé à la fin du premier mois de la vie extra-utérine. A cette époque les centres de projection seuls possèdent des fibres myélinisées, seuls donc aussi ils interviennent dans tout travail cérébral de l'enfant.

Les centres d'association, encore entièrement formés de substance grise, sont encore en quelque sorte endormis; ils sont encore complètement hors de fonction. A cet âge, le cerveau de l'enfant ressemble donc entièrement, au point de vue fonctionnel, au cerveau des mammifères inférieurs privés de centres d'association. Toutes les impressions qui tombent sur la rétine d'un enfant pendant le premier mois de sa vie extra-utérine sont conduites jusque vers la sphère visuelle de l'écorce cérébrale, où elles sont perçues tout le temps que dure cette impression : dès que l'impression sur la rétine a cessé, l'image cérébrale s'évanouit. Il en est de même pour toutes les impressions tactiles, olfactives, gustatives et acoustiques.

De plus, toutes ces impressions diverses sont perçues indépendamment l'une de l'autre, puisque les zones de l'écorce auxquelles elles arrivent forment en quelque sorte autant d'ilots séparés par les zones d'association encore complètement sans usage. Ce cerveau de l'enfant est, au point de vue fonctionnel, dans le même état que le cerveau de l'adulte sur lequel on aurait séparé complètement, par une section faite circulairement autour de chacune des sphères sensorielles, les centres de projection des centres d'association. Pendant le premier mois de la vie extra-utérine, tous les mouvements de l'enfant sont donc des mouvements réflexes. Les centres intellectuels n'étant pas développés, l'enfant est incapable de mouvement volontaire. Toutes les manifestations de sa vie consistent donc à répondre par voie réflexe aux excitations du dehors.

Au commencement du deuxième mois de la vie extra-utérine on voit des fibres myélinisées partir des sphères sensorielles pour pénétrer de tous côtés dans les centres d'association ou les sphères intellectuelles. Ces fibres d'association se rendent d'abord dans l'écorce grise voisine de la sphère sensorielle à laquelle elles appartiennent. Là va se former un nouveau centre où sera conservé le souvenir des impressions tactiles, visuelles, olfactives ou acoustiques. L'enfant commencera à reconnaître à partir de cette époque les impressions déjà ressenties antérieurement. Les fibres d'association pénètreront plus avant encore dans les sphères intellectuelles : les unes relieront directement les sphères sensorielles entre elles : soit la

sphère auditive à la partie inférieure de la sphère tactile : l'enfant pourra répéter des mots entendus, mais sans les comprendre ; les autres se termineront directement dans les sphères intellectuelles : il se formera là des centres où vont se rencontrer des fibres venant de la sphère visuelle, de la sphère auditive et de la sphère tactile : les images visuelles, tactiles et auditives des objets extérieurs pourront être comparées entre elles et l'enfant commencera à saisir la signification des objets du monde extérieur.

Ce travail de myélinisation des fibres nerveuses reliant les sphères sensorielles aux centres d'association va se poursuivre longtemps encore ; il va se créer, dans ces centres d'association, des centres nouveaux où des fibres d'association d'origine différentes viendront déposer dans des cellules nerveuses le souvenir de toutes les impressions du monde extérieur et au fur et à mesure que cette organisation interne se complique l'intelligence s'éveille.

C'est en poursuivant ce travail de myélinisation que Flechsig a pu se convaincre de ce fait anatomique : l'existence dans l'écorce cérébrale de zones distinctes pourvues à la fois de fibres de projection et de fibres d'association et celles de zones beaucoup plus importantes pourvues exclusivement de fibres d'association.

La valeur fonctionnelle de ces zones anatomiquement différentes a été établie par Flechsig par ses recherches pathologiques : les lésions exclusivement limitées aux centres d'association se manifestent au dehors par des troubles psychiques ou troubles dans la vie intellectuelle, tandis que les lésions qui n'intéressent que les centres de projection sont sans influence sur cette dernière et se manifestent par des troubles dans la vie animale, ou dans la vie de relation.

Littérature.

L. Türck : *Ueber secundäre Erkrankung einzelner Rückenmarksstränge und ihrer Fortsetzungen zum Gehirn.* Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wiss. zu Wien. Abth. für Mathematik und Naturwissensch, 1851, 1853 et 1855. — Dejerine : *Sur l'origine corticale et le trajet intra-cérébral des fibres de l'étage inférieur ou pied du pédoncule cérébral.* Mémoires de la Soc. de Biologie, 1893.— Edinger : *Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane.* Leipzig, 1893. — Flechsig : *Ueber ein neues Eintheilungs-princip der Grosshirnoberfläche.* Neurolog. Centralbl., 1894, pp. 674-676. — *Weitere Mittheilungen über die Sinnes- und Associationscentren des menschlichen Gehirns.* Neurolog. Centralbl., 1895, pp. 1118-1124.—*Weitere Mittheilungen über die Sinnes- und Associationscentren des menschlichen Gehirns u. A.* Neurolog. Central., 1895, pp. 1177-1179. — *Weitere Mittheilungen über den Stabkranz des menschlichen Grosshirns.* Neurolog. Centralbl., 1896, pp. 2-4. — *Gehirn und Seele.* Rede, gehalten am 31. October 1894 in der Universitätskirche zu Leipzig. Zweite Ausgabe, Leipzig, 1896.

TRENTE-TROISIÈME LEÇON

La structure interne du télencéphale (*Suite*).

La circulation du cerveau terminal. — La circulation artérielle : Les artères vertébrales. Les artères carotides internes. Le cercle artériel, Le plexus artériel de la pie-mère. Les artères nourricières du cerveau terminal. Les artères des ventricules latéraux.

La circulation du cerveau terminal.

Pour terminer l'étude de l'organisation interne du système nerveux central, il nous reste encore à décrire la circulation du cerveau terminal. La distribution des artères et des veines dans cette partie importante de l'axe cérébro-spinal a été étudiée en même temps, en 1872, par Duret en France et par Heubner en Allemagne. C'est à leurs travaux que nous avons eu recours dans la description qui va suivre.

La circulation artérielle.

Au cerveau terminal aboutissent, de chaque côté, deux artères volumineuses : l'*artère carotide interne*, branche de bifurcation de l'artère carotide primitive, et l'*artère cérébrale postérieure*, branche terminale du *tronc basilaire* provenant de la réunion des deux *artères vertébrales*.

Vous savez que les deux *artères vertébrales* proviennent des artères sous-clavières, qu'elles décrivent un trajet flexueux en passant par les trous transversaires des apophyses transverses des vertèbres cervicales et qu'elles se recourbent deux fois sur elles-mêmes avant d'arriver au trou occipital et de pénétrer par là dans la boite cranienne. Sur la face antérieure de la moelle allongée, ces deux artères se réunissent en un tronc volumineux, le *tronc basilaire*, qui s'étend jusque un peu au-dessus du bord supérieur de la protubérance annulaire, où il se divise en deux branches terminales : les *artères cérébrales postérieures*, FIG. 483.

Pendant leur trajet dans la région cervicale, les deux artères vertébrales ne fournissent que quelques branches collatérales très grêles : des *rameaux spinaux* destinés à la moelle cervicale et des *rameaux musculaires* s'épuisant dans les muscles de la région prévertébrale.

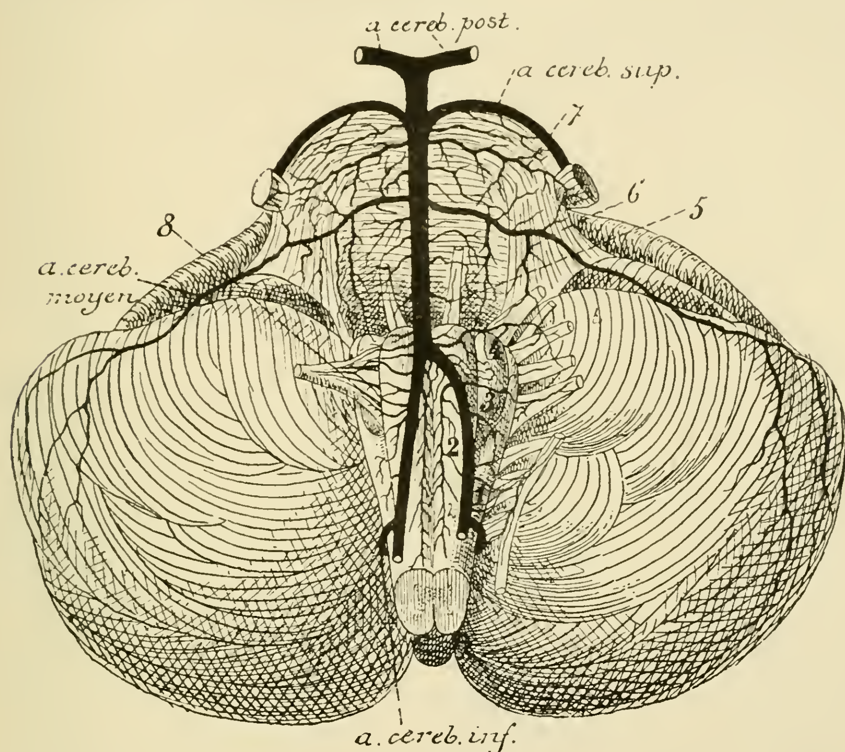


Fig. 483.

Les artères de la face antérieure de la moelle allongée et de la protubérance annulaire (d'après Duret).

1. Artères radiculaires du nerf accessoire de Willis.
2. Artères spinales antérieures.
3. Artères radiculaires du nerf pneumogastrique.
4. Artères radiculaires du nerf glossopharyngien.
5. Artères radiculaires du nerf oculomoteur externe.
6. Artères radiculaires du nerf facial et du nerf acoustique.
7. Artères radiculaires du trijumeau.
8. Artères radiculaires du nerf hypoglosse.

Pendant leur trajet intra-cranien, les deux artères vertébrales fournissent, au contraire, de nombreuses branches collatérales importantes destinées à la moelle allongée, à la protubérance annulaire, au cervelet et au cerveau moyen.

Les *artères carotides internes* forment les branches de bifurcation externes des deux artères carotides primitives. Chaque artère monte verticalement

dans la région du triangle pharyngo-maxillaire sans fournir de branches collatérales. Elle arrive ainsi à la base du crâne, pénètre dans le canal carotidien dont elle suit la direction; elle monte donc d'abord verticalement en haut, puis se recourbe horizontalement en avant et entre dans la boîte cranienne. Elle parcourt la gouttière carotidienne située de chaque côté de la selle turcique, étant renfermée dans le sinus caverneux, et arrive

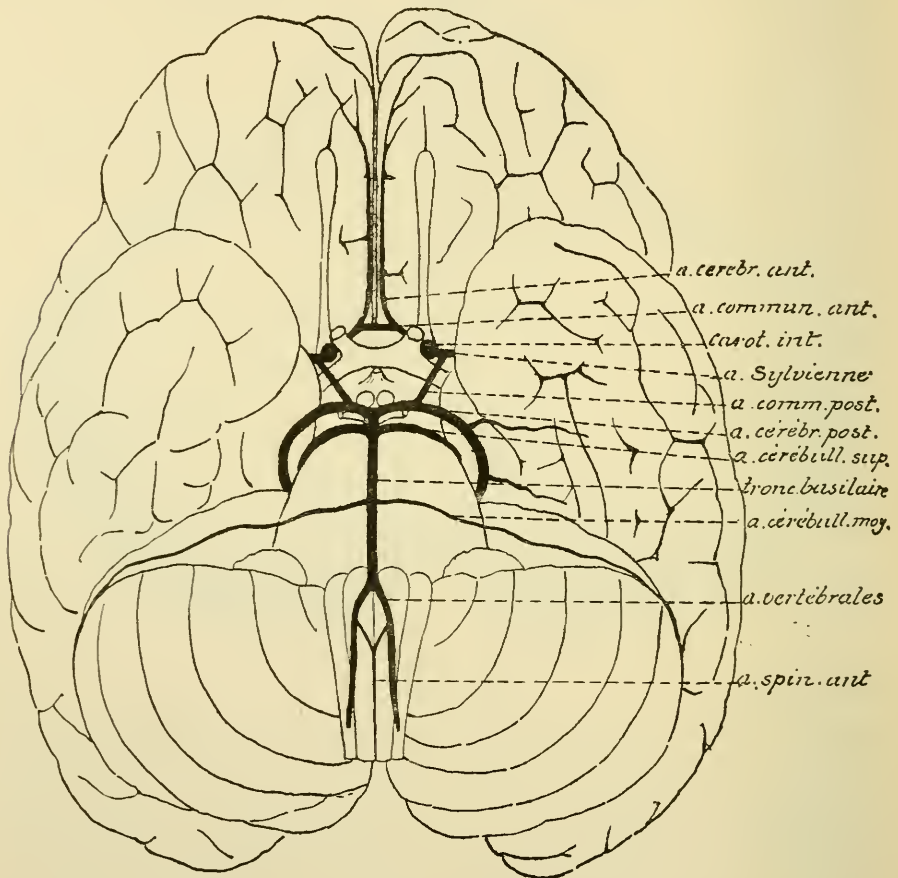


Fig. 484.
La position des gros troncs artériels à la base de l'encéphale.

ainsi en dessous de l'apophyse clinoïde antérieure. Là, elle se recourbe verticalement en haut, traverse la dure-mère et arrive à la base du cerveau terminal, où elle se divise en deux branches : l'*artère cérébrale antérieure* et l'*artère cérébrale moyenne.*

Pendant ce long trajet, du point de bifurcation de la carotide primitive jusqu'à sa division en branches terminales, l'artère carotide interne ne fournit qu'une seule branche collatérale : c'est l'*artère ophthalmique.*

Les quatre branches artérielles qui arrivent à la base de l'encéphale : les deux artères vertébrales et les deux artères carotides internes, sont remarquables par leur volume considérable, par le trajet flexueux qu'elles décrivent et qui a pour but d'affaiblir quelque peu la force de l'ondée sanguine que le cœur lance dans ces artères à chaque contraction ventriculaire et par l'absence de branches collatérales importantes. L'*artère ophthalmique* peut être considérée comme la seule branche extra-cranienne importante fournie par les artères volumineuses destinées à porter le sang aux différentes parties de l'encéphale. Cette artère ophthalmique fournit, comme vous le savez, les artères nourricières à toutes les parties molles de la cavité orbitaire et principalement au globe oculaire et à la rétine. Son origine, tout près de la base du cerveau, vous explique les relations importantes qui existent entre la circulation du fond de l'œil et la circulation cérébrale.

L'*artère carotide interne* arrive donc verticalement à la base du cerveau ; on l'y trouve dans l'angle externe du chiasma des nerfs optiques, FIG. **484** ; c'est là qu'elle se divise en ses deux branches terminales : l'*artère cérébrale antérieure* et l'*artère cérébrale moyenne.*

L'*artère cérébrale antérieure* se dirige *horizontalement* en avant et en dedans vers la partie antérieure de la fissure médiane ; sa direction est donc *perpendiculaire* à la direction de la carotide interne.

L'*artère cérébrale moyenne* ou *artère sylvienne* se dirige en dehors ; elle croise la substance perforée antérieure, puis parcourt le fond de la fissure de SYLVIUS. Elle suit donc, par rapport à la carotide interne, une *direction oblique* en haut et en dehors.

Cette direction spéciale des deux branches terminales de l'artère carotide interne a son importance. Elle explique pourquoi les corps étrangers, charriés par le courant sanguin, s'engagent plus facilement dans l'artère sylvienne que dans l'artère cérébrale antérieure.

Le *tronc basilaire* arrive à la face inférieure de l'encéphale en suivant une direction oblique en haut et en avant. Vers le milieu du cerveau moyen, il se divise en deux branches terminales : les *artères cérébrales postérieures* qui se dirigent directement en dehors en suivant une direction *perpendiculaire* à celle du tronc d'origine.

Chaque hémisphère cérébral reçoit donc son sang artériel de deux artères volumineuses : de l'*artère carotide interne* en avant et de l'*artère cérébrale postérieure* en arrière.

Ces deux troncs artériels sont reliés l'un à l'autre par une large artère anastomotique : l'*artère communicante postérieure.* Celle-ci, née soit du point de bifurcation de la carotide interne, soit de la partie voisine de l'artère sylvienne,

se dirige en arrière et en dedans et va s'ouvrir dans l'artère cérébrale postérieure à une petite distance du tronc bascilaire, FIG. 484 et 485.

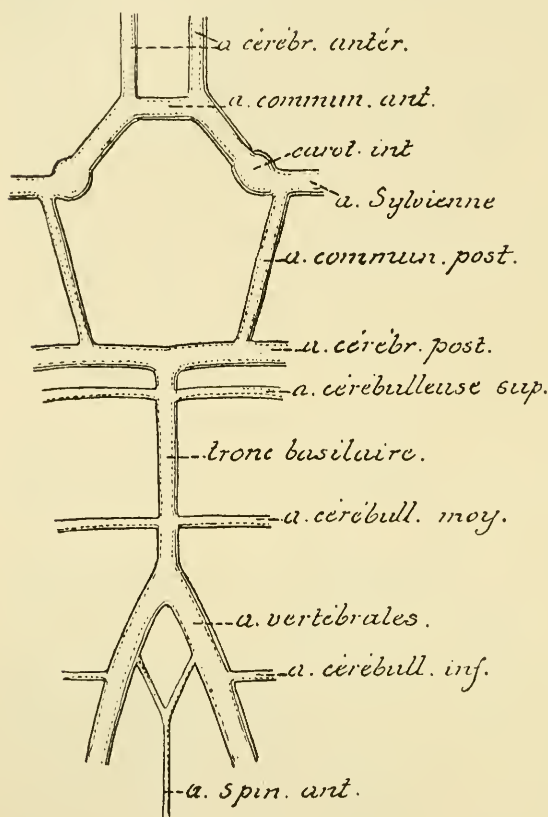


FIG. 485.

Schéma montrant le mode de constitution du cercle artériel de WILLIS.

De plus, les artères d'un hémisphère cérébral sont reliées aux artères de l'hémisphère cérébral du côté opposé par une large artère anastomotique à direction transversale : l'*artère communicante antérieure.*

L'*artère communicante antérieure* est un tronc artériel assez volumineux passant transversalement au-devant du chiasma des nerfs optiques et reliant l'une à l'autre les deux artères cérébrales antérieures.

Toutes les artères qui arrivent à la base du cerveau terminal sont donc reliées entre elles par ces artères communicantes. Elles forment par leur ensemble une figure géométrique connue sous le nom de *polygone de Willis* ou *cercle artériel de Willis,* FIG. 485.

De ce cercle artériel de WILLIS partent alors toutes les branches artérielles qui doivent porter le sang aux différents parties du télencéphale et du diencéphale.

Outre les artères cérébrales antérieures, moyennes et postérieures que l'on doit considérer comme les *branches terminales* des artères carotides internes et du tronc basilaire, le polygone de WILLIS donne de nombreuses petites artères *collatérales* qui pénètrent directement dans la masse encéphalique voisine.

L'*artère communicante antérieure* fournit de petits rameaux à la lame grise située au-devant du chiasma des nerfs optiques, au bec du corps

calleux et des branches plus volumineuses à la commissure blanche antérieure et à la cloison transparente.

La partie de l'*artère cérébrale antérieure* qui concourt à former le

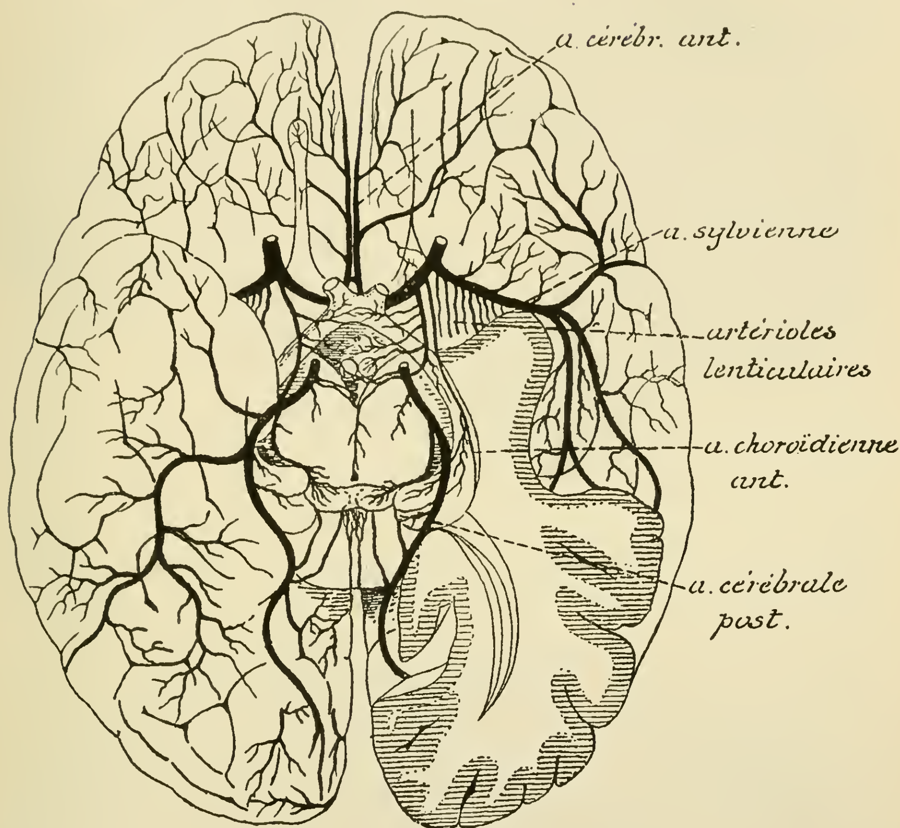


Fig. **486**.

Les artères de la base du cerveau (d'après Duret).

cercle de Willis fournit des artérioles au nerf optique et à la circonvolution frontale voisine.

L'*artère carotide interne* émet directement une artère assez volumineuse destinée au plexus choroïde latéral : l'*artère choroïdienne antérieure*, fig. **486**. Celle-ci naît quelquefois de la sylvienne ou de la communicante postérieure, se dirige en arrière et en dehors, pénètre dans la partie antérieure de la grande fente cérébrale de Bichat et va se jeter dans le plexus choroïde du ventricule latéral au niveau de la corne d'Ammon.

L'*artère communicante postérieure* fournit de nombreuses branches au cerveau intermédiaire. Nous les avons décrites avec cette partie de l'axe

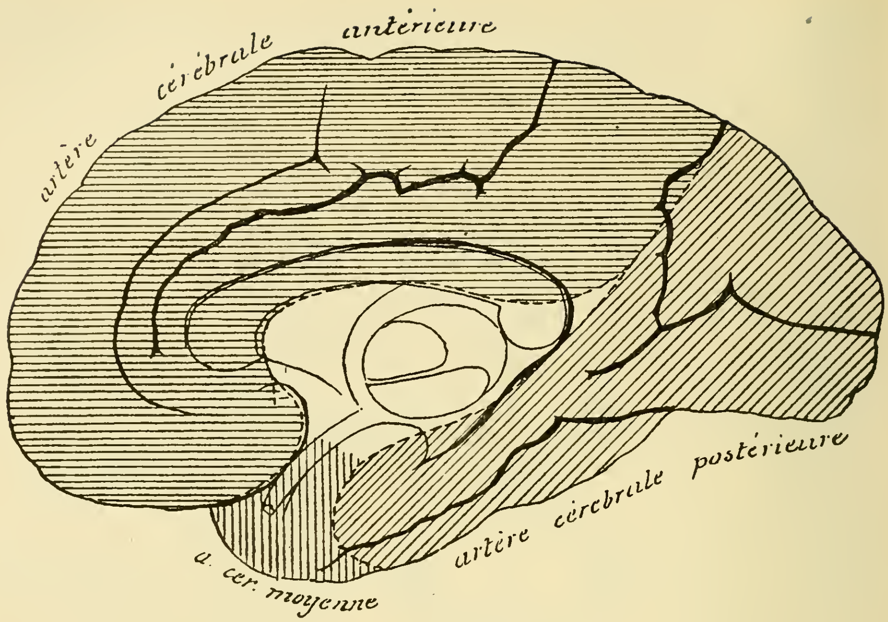


Fig. 487.
Face interne de l'hémisphère cérébral droit montrant les territoires vasculaires des trois artères cérébrales.

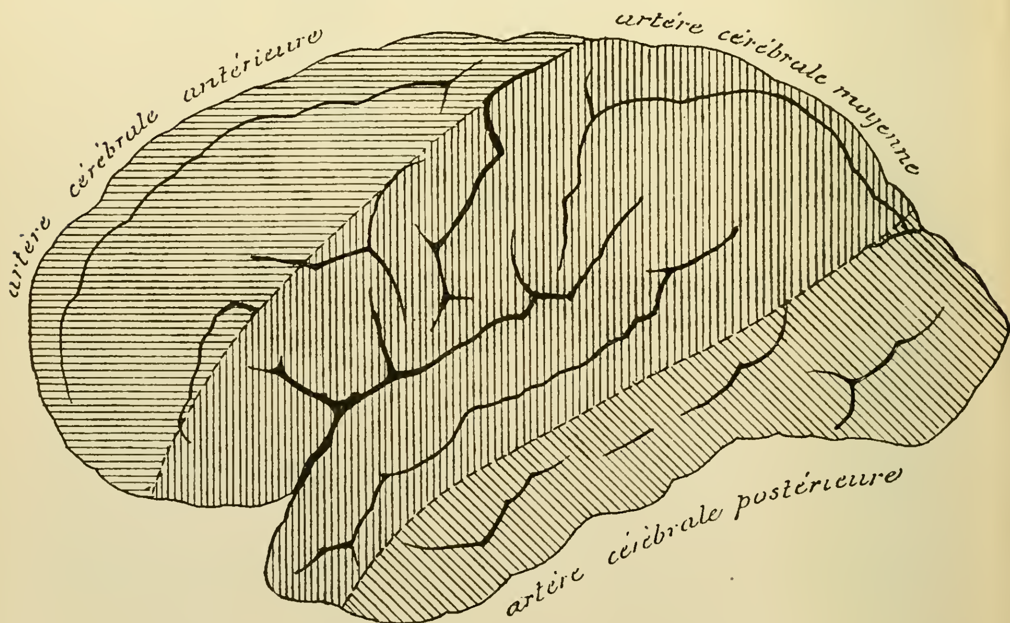


Fig. 488.
Face externe de l'hémisphère cérébral gauche montrant les territoires vasculaires des trois artères cérébrales.

cérébro-spinal : artères pour le chiasma des nerfs optiques, les bandelettes optiques, l'infundibulum, les corps mamillaires et deux artères pour chaque couche optique.

Enfin, le commencement des *artères cérébrales postérieures* et la partie supérieure du *tronc basilaire* fournissent les artères nourricières du cerveau moyen.

Des deux angles antérieurs du polygone de WILLIS naissent les *artères cérébrales antérieures* : des angles latéraux partent les *artères sylviennes* et des angles postérieurs, les *artères cérébrales postérieures*. Ces trois artères vont se distribuer dans des territoires nettement limités de l'écorce cérébrale de chaque hémisphère.

L'*artère cérébrale antérieure* est une branche terminale de l'artère carotide interne. Elle commence dans l'angle externe du chiasma des nerfs optiques et se dirige horizontalement en avant et en dedans en passant au-dessus du nerf optique. Arrivée au-devant du chiasma, elle s'anastomose, par l'artère communicante antérieure, avec l'artère cérébrale antérieure du côté opposé, puis pénètre dans la fissure médiane inter-hémisphérique, s'applique sur la face interne du lobe frontal, et là, elle se divise en trois branches terminales. Par ses branches collatérales et par ses branches terminales, l'artère cérébrale antérieure porte le sang à toute la *face interne* de l'hémisphère correspondant depuis le pôle frontal jusqu'à la fissure perpendiculaire interne ainsi qu'à la face supérieure du corps calleux, **FIG. 487**; à une partie de la *face convexe* de l'hémisphère : les circonvolutions frontales supérieure et moyenne et le tiers supérieur de la circonvolution centrale antérieure, **FIG. 488**, et à la partie interne de la *face inférieure* du lobe frontal, depuis la fissure médiane jusqu'au sillon crucial, **FIG. 489**.

L'*artère cérébrale moyenne* ou *artère sylvienne* est la seconde branche terminale de l'artère carotide interne. Elle naît au niveau de l'angle externe du chiasma des nerfs optiques et se dirige obliquement en haut et en dehors. Elle croise d'abord la substance perforée antérieure, puis s'engage au fond de la fissure de SYLVIUS, où elle se ramifie sur la face externe des circonvolutions de l'insula de REIL.

Elle se divise généralement en quatre branches terminales ; celles-ci vont se ramifier dans la pie-mère qui recouvre le territoire de l'écorce cérébrale avoisinant la fissure de SYLVIUS : la partie externe de la *face inférieure* du lobe frontal et, sur la *face externe* de l'hémisphère, la circonvolution frontale inférieure, les deux tiers inférieurs de la circonvolution centrale antérieure, toute l'étendue de la circonvolution centrale posté-

rieure, les circonvolutions pariétales, la circonvolution temporale supérieure et une partie de la circonvolution temporale moyenne, FIG. **488** et **490**.

L'*artère cérébrale postérieure* provient du tronc basilaire. Elle contourne le pédoncule cérébral et se divise en trois branches terminales ; celles-ci

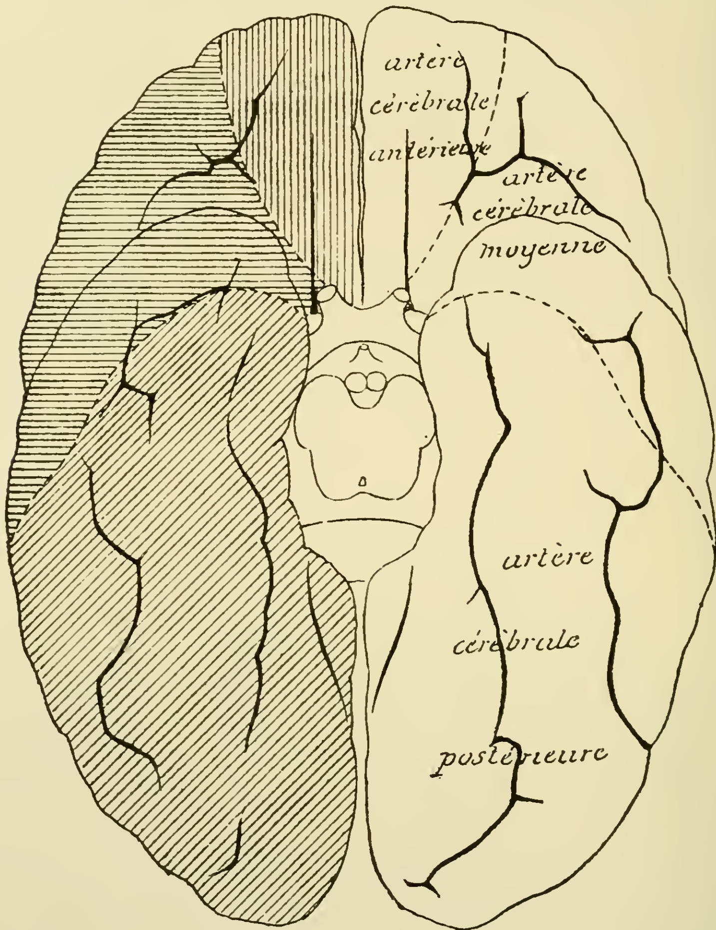


FIG. **489**.

La face inférieure du cerveau terminal montrant les territoires vasculaires des trois artères cérébrales.

vont se ramifier dans la pie-mère qui recouvre la *face interne* de l'hémisphère cérébral depuis la fissure perpendiculaire interne jusqu'au pôle occipital, FIG. **487**, la partie de la *face externe* de chaque hémisphère située en dessous et en arrière du territoire dépendant de l'artère sylvienne, FIG. **488** et **490**, et presque toute l'étendue de la *face inférieure* du lobe occipito-temporal, FIG. **489** et **491**.

En se ramifiant dans la pie-mère, les artères cérébrales se divisent et se subdivisent en devenant de plus en plus petites. D'après Duret, toutes ces artères resteraient indépendantes les unes des autres et rentreraient dans le groupe des *artères terminales* de Cohnheim. Il n'existerait

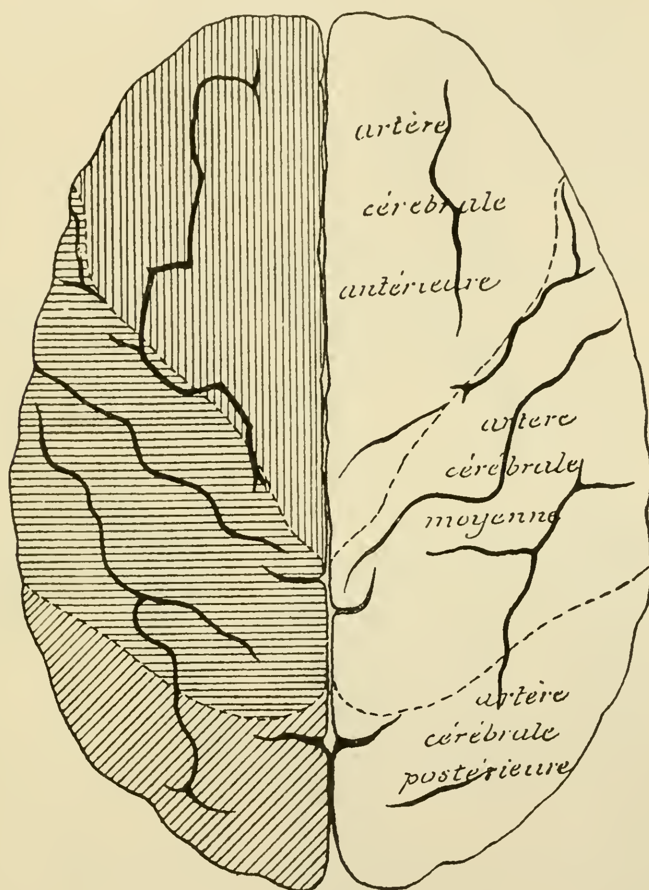


Fig. 490.

La face supérieure du cerveau terminal montrant les territoires vasculaires des trois artères cérébrales.

donc pas de réseau anastomotique dans la pie-mère. Les anastomoses ne feraient cependant pas *complètement* défaut, mais elles n'auraient lieu que sur les confins des trois territoires vasculaires que nous venons de décrire. De telle sorte, dit Duret, que si, après avoir posé une ligature des deux côtés, sur les trois artères des hémisphères, à leur sortie du cercle de Willis, on pousse dans une des sylviennes une solution de gélatine

colorée au carmin, on la voit pénétrer peu à peu dans l'artère cérébrale antérieure et l'artère cérébrale postérieure *du même côté.* Cette pénétration se fait des branches les plus petites vers les plus grosses. Jamais l'artère

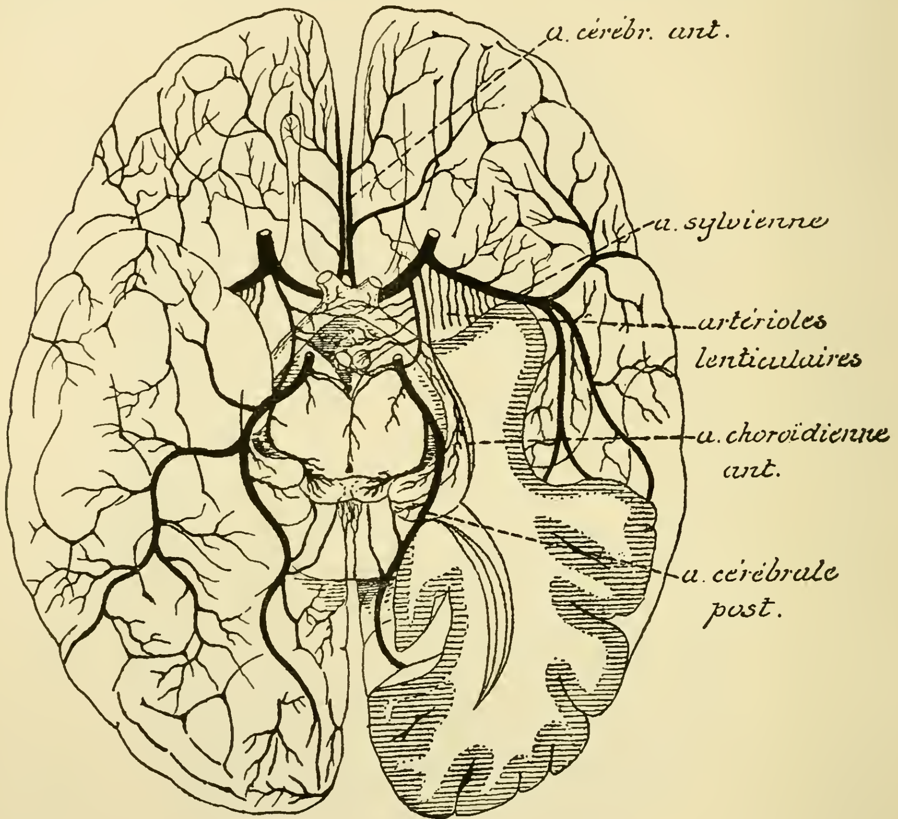


Fig. **491**.
Les artères de la base du cerveau (d'après Duret).

cérébrale *antérieure*, ni l'artère *sylvienne* du *côté opposé* ne s'injectent; mais il arrive assez souvent que la cérébrale *postérieure* du *côté opposé* se colore complètement à la périphérie.

D'après Heubner, au contraire, toutes les artères cérébrales s'anastomoseraient fréquemment entre elles, de façon à produire, dans la pie-mère, un réseau superficiel constitué par des anastomoses multiples entre les grosses artères et un réseau profond formé par des anastomoses nombreuses entre les branches nées du réseau superficiel, de telle sorte qu'une injection poussée par une des artères envahit rapidement tout le réseau des deux hémisphères.

Testut partage une opinion intermédiaire entre ces deux opinions extrêmes. Il n'a jamais vu le réseau profond signalé dans la pie-mère par Heubner. Mais, d'autre part, il admet, contrairement à l'opinion de Duret, que les *gros* troncs artériels s'anastomosent tous largement les uns avec les autres aux confins de leur territoire, de telle sorte qu'une injection de suif poussée dans l'une des sylviennes, après ligature des trois artères communicantes, remplit successivement les trois territoires de l'hémisphère correspondant et les trois territoires de l'hémisphère opposé.

Il paraît donc plus que probable que les ramifications des trois artères cérébrales s'anastomosent entre elles et forment un réseau dans la pie-mère.

De ce réseau périphérique partent maintenant des branches collatérales qui pénètrent directement dans la substance cérébrale et qui constituent les véritables *artères nourricières* du cerveau terminal.

On peut diviser, avec Duret, ces artères nourricières en deux groupes : les *artères des circonvolutions* et les *artères des ganglions de la base.*

Artères des circonvolutions. Elles naissent du réseau artériel de la pie-mère et pénètrent directement dans la substance cérébrale. Si, sur un cerveau injecté, on soulève un lambeau de pie-mère, on voit de nombreuses artérioles sortir des artères de la pie-mère et pénétrer *perpendiculairement* dans la pulpe cérébrale. Ce sont les *artères nourricières.* Elles se divisent en deux groupes, les *artères longues* et les *artères courtes*, fig. 492.

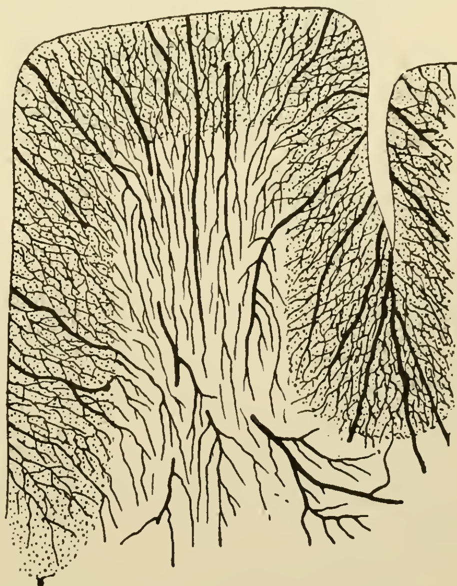


Fig. 492.
Les artères des circonvolutions (d'après Duret).

Les *artères longues* ou *artères médullaires* traversent la couche corticale grise et pénètrent dans la substance blanche jusqu'à une profondeur de 3 ou 4 centimètres et là elles se résolvent en raiseau capillaires.

Les *artères courtes* ou *artères corticales* pénètrent dans la couche corticale grise, où elles se réduisent en un réseau capillaire.

Toutes ces artères nourricières des circonvolotions sont des *artères terminales* dans le sens de Cohnheim, c'est-à-dire que ces artères ne s'anastomosent jamais directement les unes avec les autres, mais qu'elles se résolvent toutes en réseaux capillaires.

Artères des ganglions de la base. Les artères des ganglions de la base naissent des trois artères cérébrales dans le voisinage immédiat du polygone de Willis. Les plus importantes sont celles qui proviennent de l'artère sylvienne.

Nous avons vu que l'*artère sylvienne* vient de la carotide interne et qu'elle croise transversalement la substance perforée antérieure pour s'engager ensuite au fond de la fissure de Sylvius. En passant par la face inférieure de la substance perforée antérieure, et avant de se diviser en branches terminales, chaque artère cérébrale moyenne abandonne une série de petites artérioles, fig. 493, qui pénètrent verticalement dans les orifices de la lame perforée pour se rendre dans le noyau caudé et le noyau lenticulaire, c'est-à-dire les deux masses grises qui forment le corps strié.

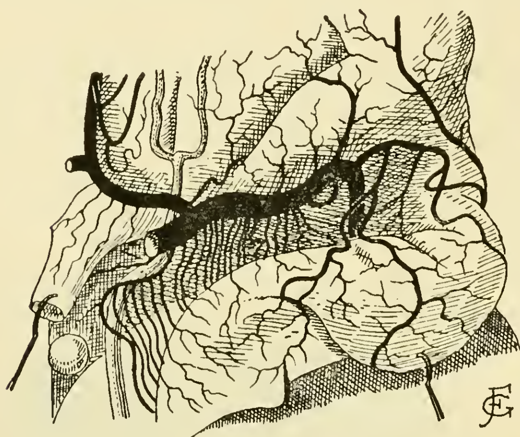


Fig. 493.
L'artère sylvienne sur la face inférieure de la substance perforée antérieure (d'après Testut).

Ces artères se divisent en deux groupes : les *artères internes* et les *artères externes*.

Les *artères internes* ou *artères lenticulaires* sont les plus petites; elles pénètrent dans les deux segments internes du noyau lenticulaire et s'y terminent.

Les *artères externes*, au nombre de 3 ou 4, traversent de bas en haut toute l'épaisseur du segment externe du noyau lenticulaire. Elles sont plus volumineuses que les artères internes. Arrivées à la partie supérieure du noyau lenticulaire, les unes se dirigent en arrière et les autres en avant. Les premières, *artères externes et postérieures*, traversent le bras postérieur de la capsule interne et se terminent dans la couche optique.

Ce sont les *artères lenticulo-optiques*. Les autres, *artères externes et antérieures*, se recourbent en avant, passent par le bras antérieur de la capsule interne pour se terminer dans le noyau caudé. Ce sont les *artères lenticulo-striées*. Parmi ces artères, il en est une, la plus volumineuse de toutes, qui longe la base du noyau lenticulaire à la limite interne de la capsule externe, puis se porte en avant et en dedans, traverse le bras antérieur de la capsule interne pour se terminer dans la tête du noyau caudé. Pendant ce trajet, elle émet des branches collatérales destinées au segment externe du noyau lenticulaire. Cette artère a une importance toute spéciale. Elle

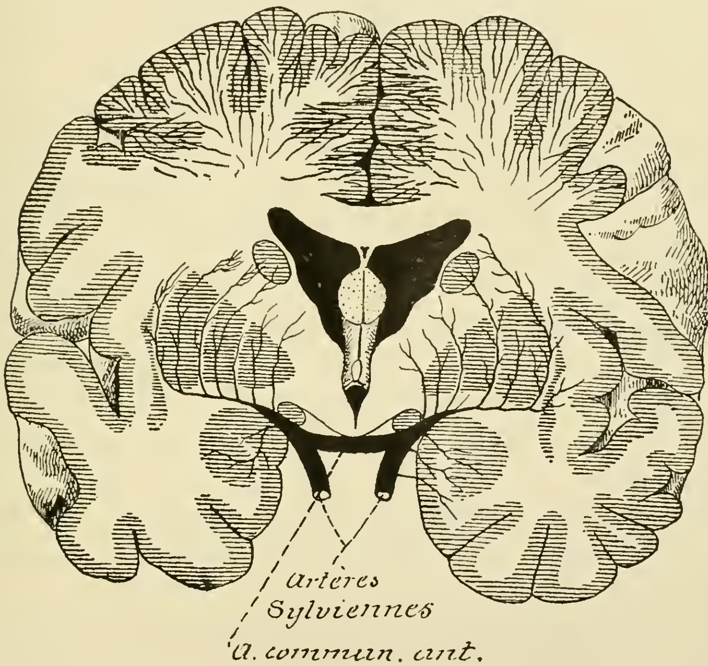


Fig. 494.

Les artères des ganglions de la base et quelques artères des circonvolutions.

serait, d'après Charcot, le siège de prédilection des hémorrhagies du corps strié. On l'appelle quelquefois pour ce motif *l'artère de l'hémorrhagie cérébrale de Charcot*, fig. 494.

L'*artère cérébrale antérieure* fournit aussi, au niveau de la substance perforée antérieure, quelques branches collatérales qui traversent cette lame grise pour se rendre dans la tête du noyau caudé; elles constituent les *artères striées antérieures*.

L'*artère cérébrale postérieure* fournit les *artères optiques* que nous avons décrites en étudiant le cerveau intermédiaire.

Toutes ces artères des ganglions de la base sont des *artères terminales* comme les artères des circonvolutions. Elles pénètrent profondément dans l'hémisphère cérébral sans jamais s'anastomoser ni avec les artères médullaires des circonvolutions, ni avec les artères voisines des noyaux; elles se réduisent finalement en capillaires. Tous ces vaisceaux capillaires s'anastomosent entre eux et forment un réseau à mailles petites et serrées dans la substance grise, à mailles plus larges dans la substance blanche.

Si on pratique donc une coupe transversale, passant par les ganglions de la base, dans un cerveau dont toutes les artères nourricières ont été injectées, on verra les *artères des ganglions de la base* pénétrer de bas en haut dans les masses grises centrales, tandis que les *artères des circonvolutions* pénètrent de dehors en dedans ou de haut en bas dans l'écorce grise périphérique et dans la substance blanche centrale, FIG. 494. Toutes ces artères diminuent de volume au fur et à mesure qu'elles s'enfoncent dans le cerveau terminal et finalement se réduisent en capillaires. Ces artères restent indépendantes les unes des autres. Au centre de la substance blanche, à la limite des ramifications terminales de ces deux groupes d'artères, on trouvera donc, comme l'a fait observer CHARCOT, une espèce de terrain neutre où n'arrivent que les réseaux capillaires des artères les plus longues des circonvolutions et des artères les plus longues de la base et où les échanges nutritifs s'effectuent avec beaucoup moins d'énergie.

Artères des ventricules latéraux. La toile choroïdienne du troisième ventricule et les plexus choroïdes des ventricules latéraux reçoivent de chaque côté trois artères.

1° Une *artère choroïdienne antérieure* qui vient de la carotide interne et pénètre par la partie antérieure de la fente de BICHAT, pour se terminer dans le plexus choroïde du prolongement sphénoïdal du ventricule latéral, FIG. 495.

2° Une *artère choroïdienne postérieure et latérale.* Elle vient de l'artère cérébrale postérieure, pénètre par la partie moyenne de la fente de BICHAT et se divise, entre les deux feuillets de la toile choroïdienne, en deux rameaux, dont l'externe se rend dans le plexus choroïde et l'interne s'épuise dans la toile choroïdienne.

3° Une *artère choroïdienne postérieure et médiane.* Elle naît aussi de l'artère cérébrale postérieure et se divise en un rameau destiné à la toile choroïdienne et un rameau destiné au plexus choroïde.

Les *artères de la toile choroïdienne* fournissent des branches aux

couches optiques (*artères optiques ventriculaires)* et vont se terminer dans la tête du noyau caudé.

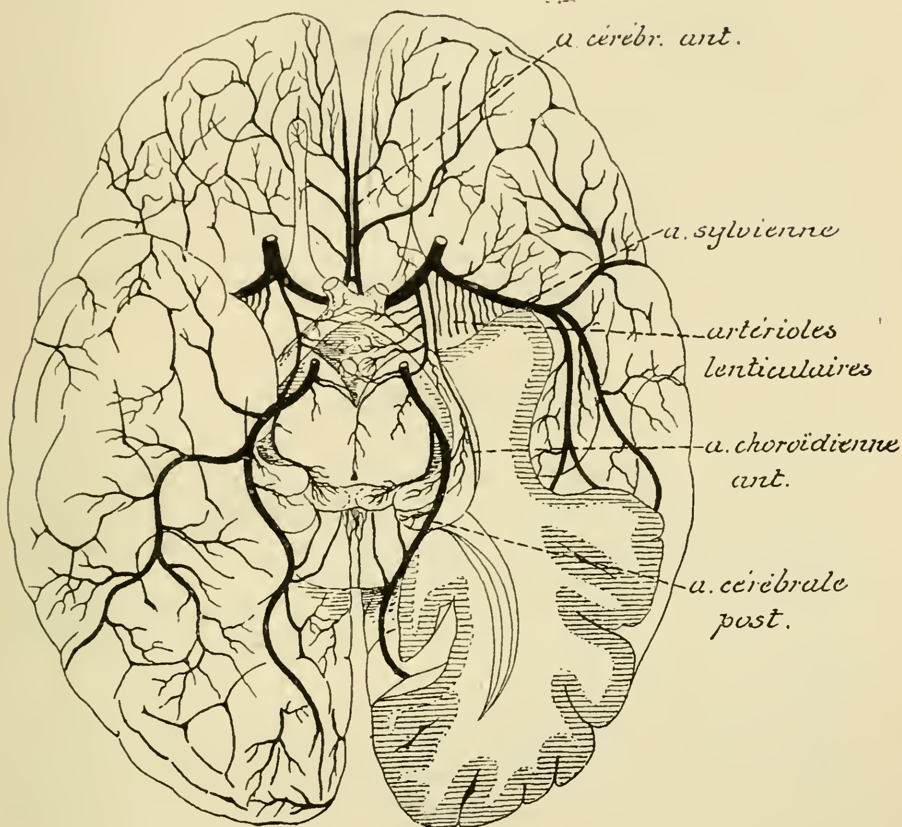


Fig. **495.**

Les artères de la base du cerveau (d'après Duret).

Les *artères des plexus choroïdes* n'interviennent pas dans la nutrition des parois ventriculaires. Elles s'épuisent toutes dans ces plexus qui sont excessivement riches en vaisseaux capillaires.

TRENTE-QUATRIÈME LEÇON

La structure interne du télencéphale (*Suite*).

La circulation veineuse. — Les veines superficielles : Les veines de la base et les veines des circonvolutions. — Les veines profondes. — Les sinus de la dure-mère : Sinus pairs et sinus impairs. — Les veines méningées. — Les veines diploïques. — Relations entre les veines intracraniennes et les veines extra-craniennes.

La circulation veineuse.

Les veines du cerveau terminal présentent certains caractères qui les distinguent des veines des autres parties de l'organisme.

Elles sont d'abord beaucoup moins nombreuses, mais aussi beaucoup plus volumineuses que les artères correspondantes.

Elles ont des parois excessivement minces, dépourvues presque totalement de couche musculaire.

Elles ne présentent pas de valvules.

Elles s'anastomosent fréquemment et largement entre elles.

Enfin, des veines cérébrales le sang veineux se déverse dans les sinus de la dure-mère, qui sont des cavités sanguines toujours béantes, formées par un simple dédoublement des deux feuillets constitutifs de la dure-mère.

Ces dispositions anatomiques expliquent la lenteur relative de la circulation veineuse dans la boîte cranienne.

Comparées aux artères cérébrales, les veines cérébrales présentent une situation tout à fait caractéristique. Les grosses artères cheminent de préférence au fond des sillons, les grosses veines, au contraire, courent sur la face convexe des circonvolutions.

Les *veines cérébrales* se divisent en deux systèmes : les *veines superficielles* et les *veines profondes*.

Les *veines superficielles* forment deux groupes. Les unes accompagnent, au moins en partie, les artères nées du cercle artériel de Willis ; on les trouve dans la région médiane de la base du cerveau terminal.

Ce sont les *veines de la base.* Les autres ont une distribution indépendante des artères cérébrales. On les trouve dans la pie-mère qui recouvre les circonvolutions cérébrales ; ce sont les *veines des circonvolutions.*

Les *veines profondes* naissent dans les masses grises centrales du cerveau terminal. Elles se réunissent en deux troncs volumineux situés entre les deux feuillets de la toile choroïdienne et appelés *veines de Galien.* On désigne encore les veines profondes sous le nom de *veines des ganglions de la base.*

Les veines superficielles.

a) **Les veines de la base.**

A la base du cerveau terminal, accompagnant les branches terminales du cercle artériel de Willis, on trouve des branches veineuses volumineuses : la ***veine cérébrale antérieure***, la ***veine cérébrale moyenne*** ou ***veine de l'insula de Reil*** et la ***veine basilaire.***

La *veine cérébrale antérieure* accompagne l'artère correspondante. Elle est beaucoup moins volumineuse que cette dernière et se distribue à un territoire cérébral beaucoup plus limité. Elle naît sur la face interne du lobe frontal et sur la face convexe du corps calleux et vient se réunir avec la veine cérébrale moyenne au niveau de la substance perforée antérieure. Avant de former avec cette dernière veine un tronc unique : la *veine basilaire*, elle reçoit quelques veinules du corps strié, qui passent par les orifices de la lame perforée antérieure pour se jeter dans la veine cérébrale.

La *veine cérébrale moyenne* ou *veine de l'insula de Reil* correspond à l'artère sylvienne. Beaucoup moins volumineuse que l'artère, elle est située profondément dans la fissure de Sylvius sur la face externe de l'insula de Reil. Elle amène le sang veineux des circonvolutions insulaires et vient se réunir à la veine cérébrale antérieure, fig. 496.

La distribution des veines cérébrales antérieures et moyennes ne répond pas à la distribution des artères correspondantes, parce que la plupart des veines de la face interne et de la face externe des hémisphères cérébraux se jettent directement dans les sinus de la dure-mère, ainsi que nous le verrons tantôt.

L'artère cérébrale postérieure n'est pas accompagnée d'une veine correspondante. Le sang veineux de la partie des hémisphères cérébraux desservie par l'artère cérébrale postérieure est déversé, par de nombreuses veines superficielles, soit directement dans le sinus latéral, soit dans une veine volumineuse de la base : la *veine basilaire.*

La *veine basilaire* est une veine volumineuse située à la base du cerveau le long de la fente cérébrale de BICHAT, FIG. **496**. Elle commence au niveau de la substance perforée antérieure, où elle résulte de la réunion de la

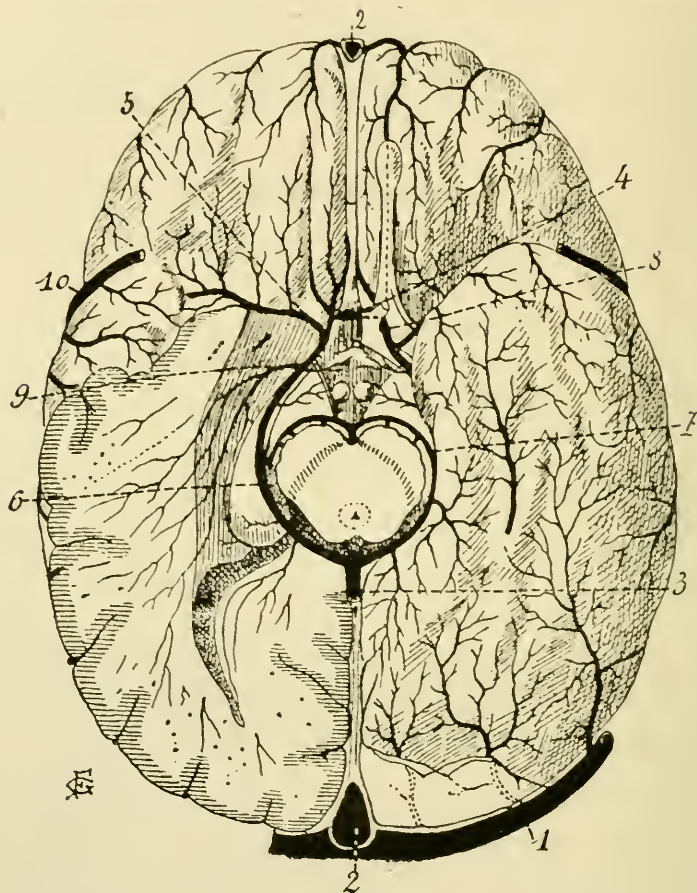


FIG. **496**.

Les veines superficielles de la face inférieure du cerveau terminal (d'après TESTUT).

1. Sinus latéral.
2. Sinus longitudinal supérieur.
3. Tronc résultant de la réunion des veines de GALIEN et des veines basilaires.
4. Veine communicante antérieure.
5. Veine cérébrale moyenne.
6. Veine basilaire.
7. Veine communicante postérieure.
8. Veine cérébrale antérieure.
9. Veine de la corne d'AMMON.
10. Grande veine anastomotique de TROLARD.

veine cérébrale antérieure avec la veine cérébrale moyenne; elle contourne ensuite le pédoncule cérébral, étant appliquée sur la bandelette optique, et vient se déverser, de chaque côté, dans le tronc unique qui résulte

de la réunion des deux veines de Galien. Sur ce trajet, les veines basilaires reçoivent des veinules internes provenant du chiasma des nerfs optiques, des bandelettes optiques, de l'infundibulum, des corps mamillaires et de la face antérieure des pédoncules cérébraux et des veinules externes venant des circonvolutions voisines du lobe occipito-temporal, fig. 496.

Les deux veines basilaires sont reliées l'une à l'autre par une *veine communicante postérieure* passant tranversalement au-devant de la protubérance annulaire. Il existe encore, à la base du cerveau et au-devant du chiasma des nerfs optiques, une *veine communicante antérieure* étendue entre les deux veines cérébrales antérieures.

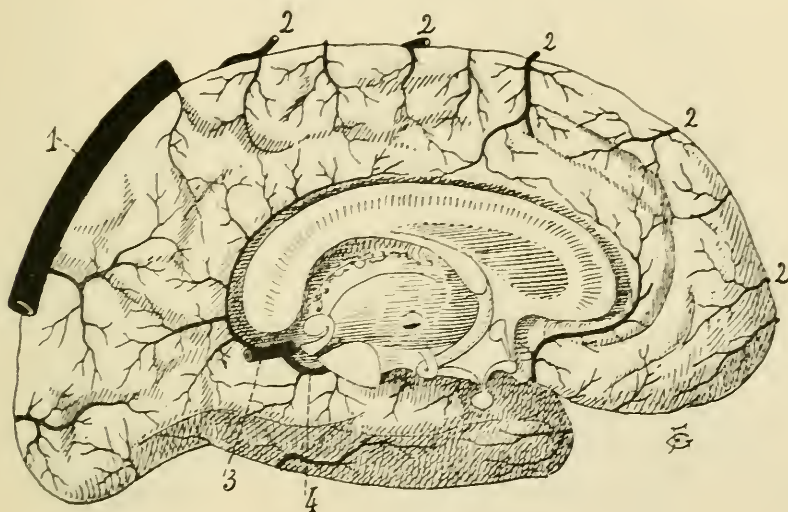


Fig. 497.
Les veines superficielles de la face interne de l'hémisphère cérébral gauche (d'après Testut).

1. Sinus longitudinal supérieur.
2. Veines cérébrales externes ascendantes.
3. Tronc veineux résultant de la réunion des veines de Galien.
4. Veine basilaire.

Les veines cérébrales antérieures, les veines basilaires et les deux veines communicantes antérieure et postérieure forment donc, à la base du cerveau, un cercle veineux complet.

b) **Les veines des circonvolutions.**

Pour la facilité de la description, on divise les veines superficielles des circonvolutions en trois groupes :

1° Les veines de la face interne des hémisphères cérébraux ou *veines cérébrales internes.*

2° Les veines de la face externe des hémisphères cérébraux ou *veines cérébrales externes.*

3° Les veines de la face inférieure de chaque hémisphère ou *veines cérébrales inférieures.*

Veines cérébrales internes. Les veines de la face interne se jettent en majeure partie dans le sinus longitudinal supérieur. Quelques-unes d'entre elles se rendent dans le sinus longitudinal inférieur, dans la veine de GALIEN ou dans la veine cérébrale antérieure, FIG. **497**.

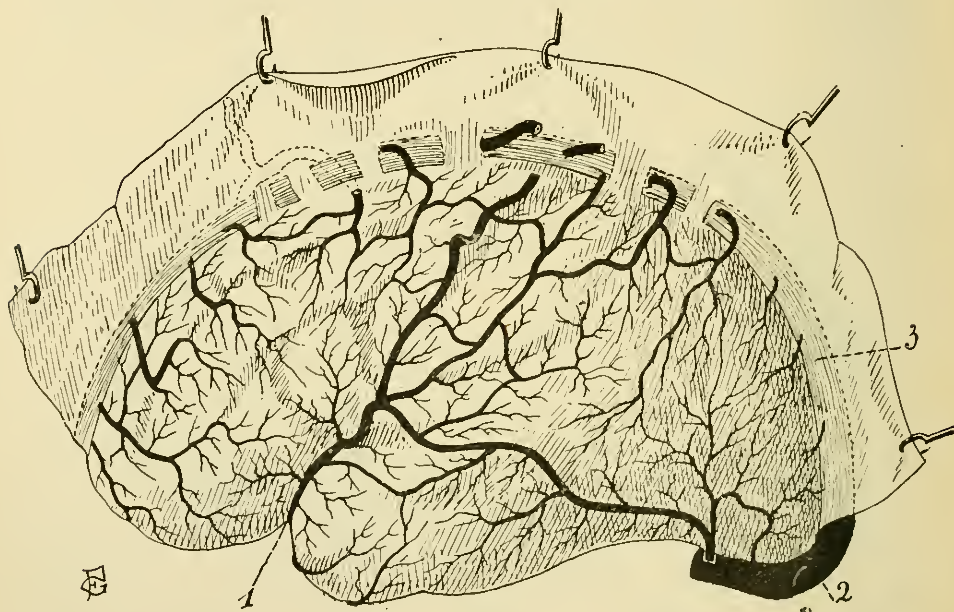


FIG. **498**.
Les veines superficielles de la face externe de l'hémisphère cérébral gauche (d'après TESTUT).
1, Grande veine anastomotique de TROLARD.
2. Sinus latéral.

Veines cérébrales externes. Les veines de la face externe sont en partie ascendantes et en partie descendantes. Les veines ascendantes se jettent dans le sinus longitudinal supérieur. Les veines descendantes se rendent dans les sinus de la base : sinus latéral, sinus pétreux supérieur ou sinus caverneux. Parmi ces veines de la face externe, il en est une plus volumineuse que les autres, située au niveau de la fissure de ROLANDO et s'ouvrant, d'une part, dans le sinus longitudinal supérieur et, d'autre part, à la base du cerveau, dans le sinus caverneux ou le sinus pétreux supérieur : c'est la *grande veine anastomotique de Trolard*, FIG. **498**.

Veines cérébrales inférieures. Les veines de la face inférieure se jettent en partie dans le sinus latéral (veines de la face inférieure du lobe occipito-temporal), en partie dans la veine cérébrale antérieure, la veine cérébrale

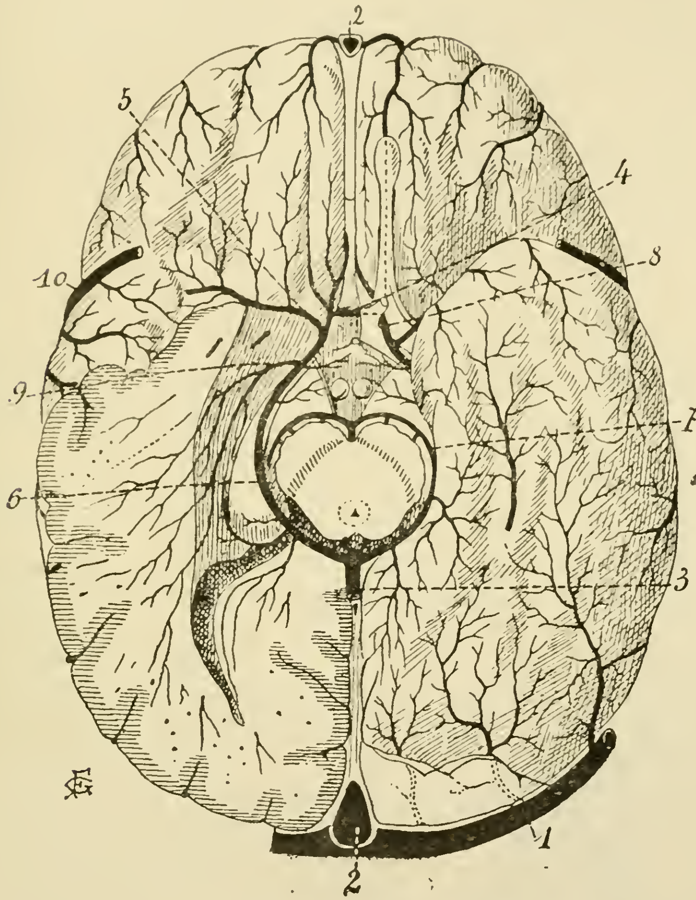


Fig. **499**.
Les veines superficielles de la face inférieure du cerveau terminal (d'après Testut).

1. Sinus latéral.
2. Sinus longitudinal supérieur.
3. Tronc résultant de la réunion des veines de Galien et des veines basilaires.
4. Veine communicante antérieure.
5. Veine cérébrale moyenne.
6. Veine basilaire.
7. Veine communicante postérieure.
8. Veine cérébrale antérieure.
9. Veine de la corne d'Ammon.
10. Grande veine anastomotique de Trolard.

moyenne ou veine de l'insula de Reil et dans le commencement du sinus longitudinal supérieur (veines de la face inférieure du lobe frontal), fig. **599**.

Toutes ces veines superficielles, les veines de la base aussi bien

que les veines des circonvolutions, s'anastomosent largement et fréquemment entre elles, de façon à produire, dans l'épaisseur de la pie-mère, un véritable réseau veineux.

Les veines cérébrales superficielles ou veines extra-cérébrales reçoivent le sang veineux amené par les veines intra-cérébrales. Celles-ci naissent dans la profondeur du cerveau en faisant suite, soit au réseau capillaire de la substance blanche : *veines longues* ou *veines médullaires* ; soit au réseau capillaire de l'écorce grise : *veines courtes* ou *veines corticales.* Ces veines accompagnent les artères correspondantes. Elles sont beaucoup plus volumineuses, mais aussi beaucoup moins nombreuses que ces dernières.

Les veines profondes.

Les veines profondes recueillent le sang veineux des ganglions de la base, des parois ventriculaires du cerveau terminal et du cerveau intermédiaire, de la partie voisine de la substance blanche de chaque hémisphère et des plexus choroïdes latéraux. Elles constituent, entre les deux feuillets de la toile choroïdienne du troisième ventricule, deux veines volumineuses appelées *veines de Galien.*

Chaque veine de Galien commence, à l'extrémité antérieure de la toile choroïdienne, par la réunion de la *veine de la cloison transparente,* la *veine du corps strié* et la *veine des plexus choroïdes latéraux,*, fig. **500**.

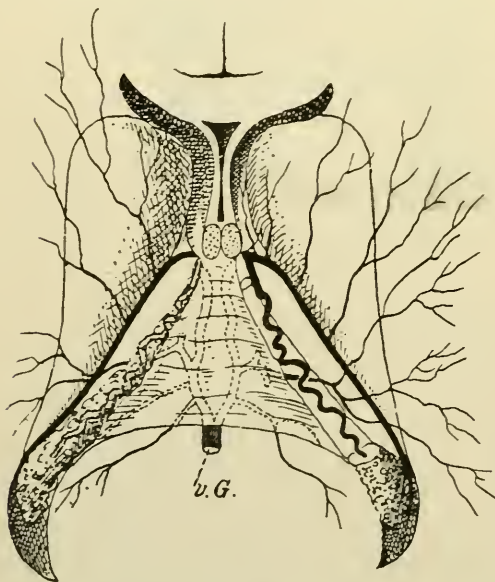


Fig. **500**.
Les veines de Galien ou veines cérébrales profondes. Gr. nat. 2/3.

La *veine de la cloison transparente* est très grêle ; elle ramène le sang veineux de la cloison transparente, de la partie antérieure du corps calleux et de la partie correspondante du ventricule latéral.

La *veine du corps strié* est beaucoup plus volumineuse. Elle parcourt d'arrière en avant le sillon semi-circulaire qui sépare le noyau caudé de la couche optique recevant successivement des veinules de la partie externe de la couche optique, et des veines plus

grosses venant du noyau lenticulaire, du noyau caudé, de la capsule interne et de la substance blanche voisine. A l'extrémité antérieure de la couche optique, elle passe par le trou de Monro et se jette dans la veine de Galien.

La *veine des plexus choroïdes* se trouve dans l'épaisseur de ces plexus ; elle augmente de volume d'arrière en avant et se jette dans la veine de Galien, au niveau du trou de Monro.

Veines de Galien. Chaque veine de Galien se constitue donc, à l'extrémité antérieure de la toile choroïdienne, par la réunion de la veine de la cloison transparente, la veine du corps strié et la veine du plexus choroïde. Elle parcourt d'avant en arrière toute l'étendue de la toile choroïdienne, renforcée successivement par les veines de la couche optique et de la voûte à trois piliers, la veine de la corne d'Ammon et la veine de l'ergot de Morand. A la base de la toile choroïdiene, les deux veines de Galien se réunissent en un tronc volumineux qui se jette dans l'extrémité antérieure du sinus droit.

Des veines cérébrales le sang veineux passe dans les sinus de la dure-mère.

Les sinus de la dure-mère.

Les sinus de la dure-mère sont des canaux généralement triangulaires creusés dans l'épaisseur même de l'enveloppe la plus externe de l'encéphale.

On les divise en *sinus pairs* et *sinus impairs*.

Sinus pairs. Les sinus pairs sont au nombre de cinq. Ce sont : le *sinus latéral*, le *sinus occipital latéral*, le *sinus caverneux*, le *sinus pétreux inférieur* et le *sinus pétreux supérieur*.

1° Le *sinus latéral*, fig. **501**. Il correspond à la gouttière latérale creusée sur la face interne de l'os occipital et de la portion mastoïdienne du temporal ; il s'étend depuis la protubérance occipitale interne, où il communique avec le confluent des sinus, jusqu'au trou déchiré postérieur, où il se continue avec la veine jugulaire interne. Il est horizontal dans la partie de son trajet qui correspond au bord adhérent de la tente du cervelet. Arrivé à la base du rocher, il s'infléchit en bas, parcourt la partie de la gouttière latérale creusée sur la face interne de la portion mastoïdienne du temporal, puis passe sur la partie antérieure de l'os occipital, contourne l'éminence jugulaire pour arriver ainsi au trou déchiré postérieur.

Le sinus latéral reçoit, comme branches collatérales, les veines céré-

belleuses latérales supérieures et inférieures, la veine cérébelleuse médiane inférieure, des veines cérébrales externes et des veines cérébrales inférieures.

2° Le *sinus occipital latéral.* Il commence sur le pourtour du trou occipital, se dirige en haut et en arrière, de chaque côté de la faux du cervelet, et va se jeter dans le sinus latéral au voisinage immédiat du confluent des sinus, FIG. **501**.

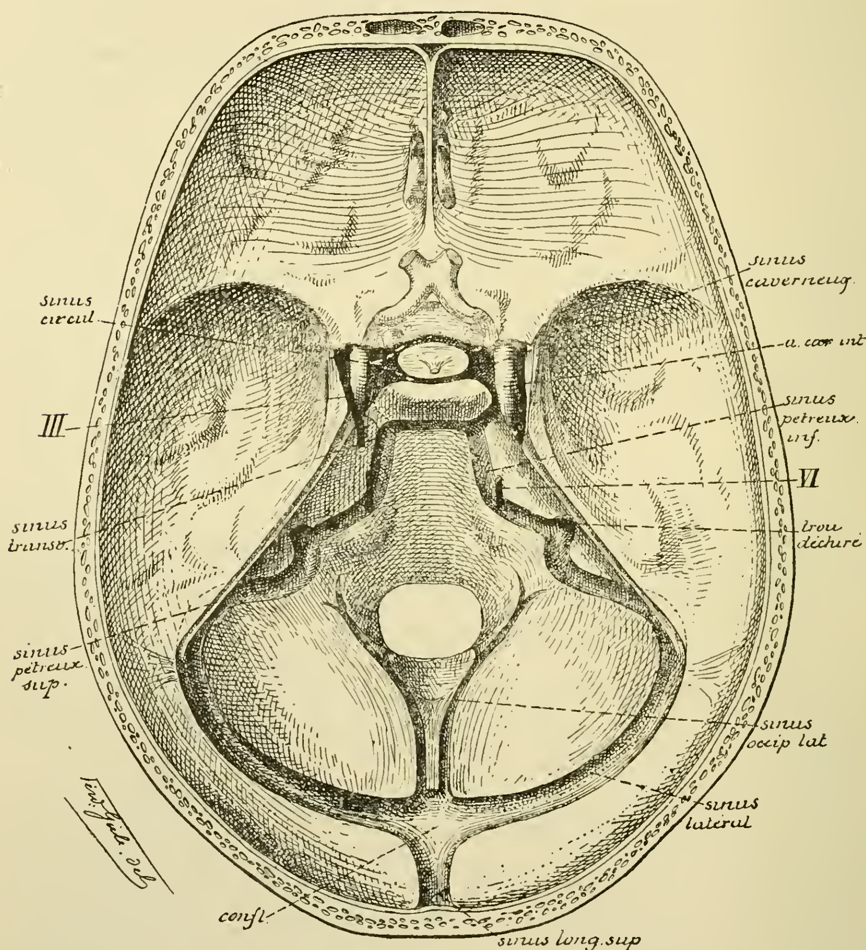


Fig. **501**.
Les sinus veineux de la base du crâne. Gr. nat. 2/3.

3° Le *sinus caverneux.* Il est situé de chaque côté de la selle turcique et s'étend depuis la partie interne de la fente sphénoïdale, où il reçoit les veines ophthalmiques, jusqu'au sommet du rocher, où il se continue avec le sinus pétreux inférieur, FIG. **501**.

Vous vous rappelez que c'est dans l'intérieur même de ce sinus caverneux que passent l'artère carotide interne et le nerf oculo-moteur externe, et que c'est dans la paroi de ce sinus que courent le nerf oculo-moteur commun, le nerf pathétique et le nerf ophthalmique de Willis.

Les veines ophthalmiques communiquent, à la base de l'orbite, avec les veines de la face. Elles établissent donc une large anastomose entre les veines extra-craniennes et les sinus de la dure-mère.

C'est dans ce sinus caverneux que s'ouvre fréquemment la *grande veine anastomotique de Trolard.* De ce sinus caverneux part encore une autre veine qui traverse, avec le nerf maxillaire inférieur, le trou ovale du sphénoïde pour aller se jeter dans le plexus veineux ptérygoïdien : c'est la *veine du trou ovale* de Trolard.

4° Le *sinus pétreux inférieur.* Il est situé au niveau de la suture pétro-occipitale et s'étend depuis l'extrémité postérieure du sinus caverneux jusqu'au niveau du trou déchiré postérieur, où il se déverse dans la veine jugulaire interne. Il relie le sinus caverneux au sinus latéral, fig. **501**.

5° Le *sinus pétreux supérieur.* Il est situé le long du bord libre du rocher du temporal dans l'épaisseur du bord adhérent de la tente du cervelet, fig. **501**. Il communique en avant avec le sinus caverneux et, en arrière, avec le sinus latéral.

Sinus impairs, fig. **502**. Les sinus impairs sont situés sur la ligne médiane. Ils sont également au nombre de cinq, Ce sont : le *sinus longitudinal supérieur*, le *sinus longitudinal inférieur*, le *sinus droit*, le *sinus coronaire de Ridley* et le *sinus occipital transverse.*

1° Le *sinus longitudinal supérieur.* Il est situé dans un dédoublement de la dure-mère le long du bord adhérent de la faux du cerveau et s'étend depuis la crête du frontal jusqu'à la protubérance occipitale interne, où il se réunit avec les deux sinus latéraux et le sinus droit pour constituer le *confluent des sinus.* Ce sinus augmente de volume d'avant en arrière. Il reçoit, sur son trajet, presque toutes les veines cérébrales de la face interne et les veines cérébrales ascendantes de la face externe des hémisphères cérébraux, y compris la *grande veine anastomotique de Trolard,* les *veines méningées moyennes* et la *veine émissaire de Santorini.*

2° Le *sinus longitudinal inférieur.* Il est renfermé dans l'épaisseur de la faux du cerveau le long de la moitié postérieure de son bord inférieur. Il reçoit quelques veines de la face interne des hémisphères et se jette en arrière dans le sinus droit.

3° Le *sinus droit.* Le sinus droit est situé dans l'épaisseur de la dure-mère au point de réunion de la faux du cerveau avec la tente du

cervelet. Il reçoit, en avant, le sinus longitudinal inférieur, les veines de Galien avec les veines basilaires et la veine cérébelleuse médiane supérieure. Il se réunit, en arrière, avec les sinus latéraux et le sinus longitudinal supérieur pour constituer le *confluent des sinus* ou *pressoir d'Hérophile*.

4° Le *sinus coronaire*. Il est situé dans un dédoublement de la dure-mère, au niveau de la selle turcique, tout autour de la tige pituitaire à laquelle est suspendue l'hypophyse. Il communique, de chaque côté, avec le sinus caverneux.

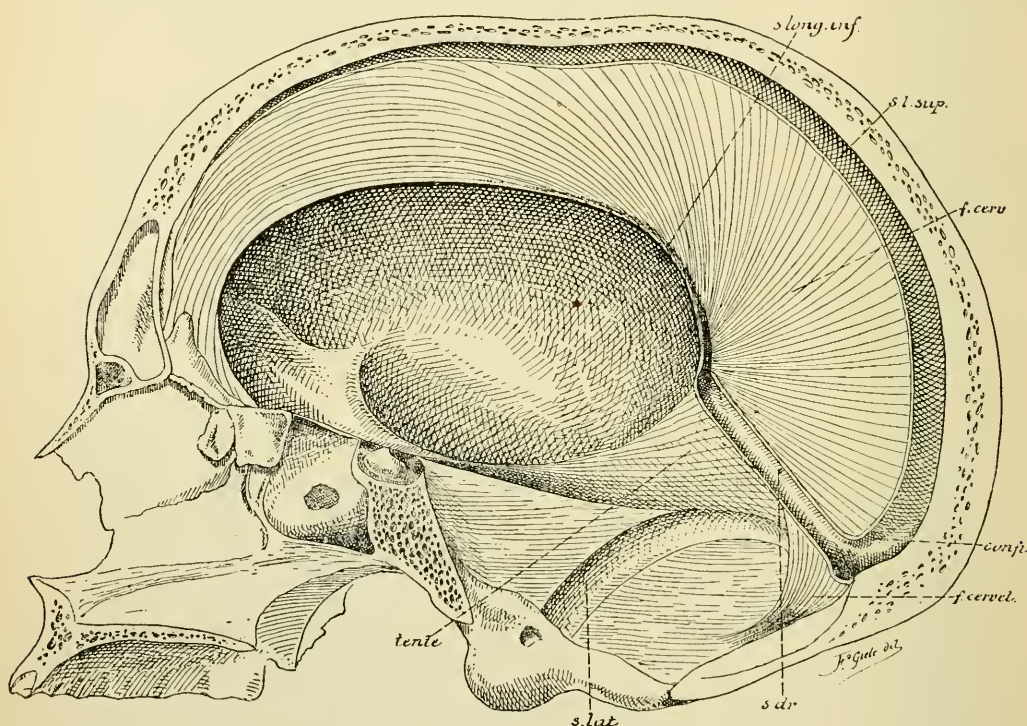


Fig. 502.

Section sagittale faite un peu en dehors de la ligne médiane sur un crâne où les prolongements de la dure-mère étaient conservés. Gr. nat. 2/3.

s. long. inf. : Sinus longitudinal inférieur.
s. l. sup. : Sinus longitudinal supérieur.
f. cerv. : Faux du cerveau.
confl. : Confluents des sinus.
f. cervel. : Faux du cervelet.
s. dr. : Sinus droit.
s. *lat.* : Sinus latéral.
tente : Partie de la tente du cervelet.

5° Le *sinus occipital transverse*. C'est un sinus transversal étendu entre l'extrémité postérieure des deux sinus caverneux, au niveau de la partie antérieure de la gouttière basilaire de l'os occipital.

Les sinus de la dure-mère, sinus impairs aussi bien que sinus pairs, communiquent donc les uns avec les autres. Le sinus longitudinal supérieur, le sinus longitudinal inférieur, le sinus droit et le sinus occipital latéral arrivent au confluent des sinus et, par là, se rendent dans les sinus latéraux. Le sinus caverneux, le sinus coronaire et le sinus occipital transverse communiquent, en arrière, avec le sinus pétreux supérieur et avec le sinus pétreux inférieur qui tous deux se rendent dans le sinus latéral et, par là, dans la veine jugulaire interne.

A son extrémité antérieure, chaque sinus caverneux communique avec les veines ophthalmiques et, par là, avec les veines superficielles de la face.

Nous avons vu que le sinus longitudinal supérieur reçoit encore les *veines méningées moyennes*. Celles-ci accompagnent les ramifications de l'artère correspondante entre la face interne du pariétal et la face externe de la dure-mère et, en passant par le trou sphéno-épineux, communiquent avec les veines extra-craniennes dans la fosse ptérygo-maxillaire.

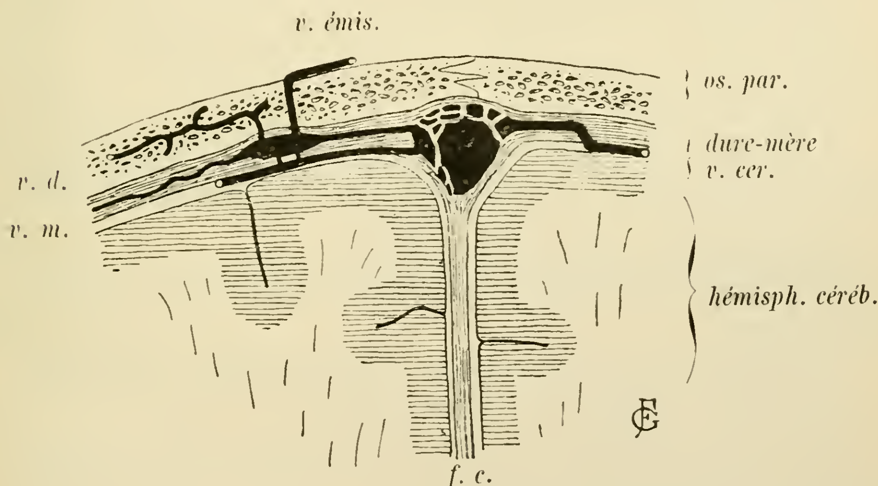


Fig. 503.
Un lac sanguin de la dure-mère vu sur une coupe frontale du crâne (schématique d'après Testut).

os. par. : Os pariétal.
v. cer. : Veine cérébrale externe ascend.
f. c. : Faux du cerveau.
v. m. : Veine méningée.
v. d. : Veine diploïque.
v. émis. : Veine émissaire de Santorini.

Ces veines méningées moyennes s'ouvrent souvent dans les *lacs sanguins* situés dans l'épaisseur de la dure-mère, au niveau des granulations de Pacchioni. Ces lacs à leur tour communiquent avec le sinus longitudinal supérieur et quelquefois avec les veines diploïques, fig. 503. Nous avons vu que, d'après Trolard, ces cavités sanguines creusées dans l'épaisseur de la

dure-mère devraient être considérées comme des réservoirs destinés à recevoir momentanément le trop plein du sang veineux, quand la circulation cranienne est quelque peu gênée, en attendant que ce sang veineux puisse être déversé dans les veines diploïques.

Les sinus veineux de la dure-mère communiquent encore avec les *veines diploïques* et avec les *veines extra-craniennes.*

Les *veines diploïques* sont des cavités irrégulières creusées dans l'intérieur des os du crâne communicant, d'une part, soit avec les veines méningées au niveau des lacs sanguins, soit avec le sinus longitudinal supérieur ou le sinus latéral, et s'ouvrant, d'autre part, dans le réseau veineux tégumentaire, FIG. **503**. Les veines méningées moyennes et les veines diploïques établissent donc des anastomoses entre les veines intra-craniennes et les veines extra-craniennes.

Les *veines extra-craniennes* communiquent avec les *veines intra-craniennes* :

1° Au niveau du *trou déchiré postérieur*, où la veine jugulaire interne reçoit le sang veineux du sinus latéral et du sinus pétreux inférieur.

2° Au fond de la *cavité orbitaire* ; là, les veines ophthalmiques se jettent dans le sinus caverneux.

3° Au niveau du *trou mastoïdien.* Ce trou s'ouvre dans le sinus latéral et est traversé par une veine mastoïdienne importante reliant ce sinus au réseau veineux tégumentaire de la région mastoïdienne.

4° Au niveau du *trou pariétal*, où une veine, appelée *veine émissaire de Santorini*, relie le sinus longitudinal supérieur aux veines sous-cutanées de la région pariétale.

5° Au niveau du *trou ovale*, où la veine du trou ovale de Trolard relie le sinus caverneux au plexus veineux ptérygoïdien.

Enfin, nous avons signalé plus haut les anastomoses qui ont lieu entre les veines extra-craniennes et intra-craniennes par les veines méningées moyennes et par les veines diploïques.

Littérature.

Duret : *Recherches anatomiques sur la circulation de l'encéphale.* Archives de physiologie normale et pathologique, 1874. — Heubner : *Die luetische Erkrankung der Hirnaterien.* 1874. — Testut : *Traité d'anatomie humaine.* T. II, Paris, 1891. — Trolard : *Les granulations de Pacchioni. Les lacunes veineuses de la dure-mère.* Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1892. — *De l'appareil veineux des artères encéphaliques.* Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1890.

OUVRAGES A CONSULTER

concernant la structure interne du système nerveux central.

v. Lenhossek : *Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen*, Berlin, 1893.

v. Kölliker : *Handbuch der Gewebelehre des Menschen.* 6e Aufl., Bd II, Leipzig. 1896.

Cajal : *Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux.* Paris, 1894.

Edinger : *Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane.* Vierte Auflage, Leipzig, 1893.

Obersteiner : *Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane.* 3 Aufl., 1896.

TRENTE-CINQUIÈME LEÇON

La structure générale du système nerveux cérébro-spinal.

La substance grise et la substance blanche. — Les voies longues et les voies courtes. — La division des voies longues. — Les voies longues de la sphère tactile. — Les voies ascendantes tactiles : Leur division en voies tactiles centrales et voie tactile périphérique. — Les voies sensitives périphériques.

Nous avons terminé l'étude de l'organisation interne des différentes parties qui constituent l'axe cérébro-spinal. Cette étude nous a mis en possession d'une série de coupes transversales prises à toutes les hauteurs depuis le filet terminal de la moelle épinière jusqu'au lobe frontal du cerveau terminal. Nous allons maintenant mettre ces coupes les unes au-dessus des autres et tâcher de reconstruire avec elles toute la structure interne du système nerveux cérébro-spinal.

Pour mener à bonne fin cette étude, il est un fait qu'il ne faut jamais perdre de vue, c'est que le système nerveux cérébro-spinal est un système médian, c'est-à-dire un système parfaitement symétrique non seulement dans son ensemble, mais encore dans toutes ses parties ; de telle sorte qu'une coupe transversale faite dans cet axe nerveux, à n'importe quel niveau, sera toujours formée de deux moitiés telles que si on les appliquait l'une sur l'autre, elles correspondraient exactement jusque dans le moindre de leurs détails. C'est cette parfaite symétrie de l'axe nerveux qui en rend l'étude relativement facile et qui vous permettra de vous représenter, sans trop de difficultés, toute sa structure interne.

L'axe nerveux tout entier est formé de deux substances : la substance blanche et la substance grise. Un fait qui mérite d'être signalé, c'est que dans toute la partie inférieure de cet axe, depuis le cerveau intermédiaire jusqu'au filet terminal, la substance grise est centrale et la substance blanche est périphérique. Le cerveau terminal et le cervelet sont les seules parties qui présentent une structure inverse : ils ont une substance blanche centrale et une substance grise périphérique.

Cette disposition a son importance. Le cerveau et le cervelet consti-

tuent, en effet, les *centres nerveux supérieurs*. C'est dans leur substance grise corticale que doivent aboutir, en dernière analyse, toutes les impressions venues soit de la profondeur des organes internes, soit de toute l'étendue de nos téguments externes; c'est de leur substance grise corticale que partent aussi, en grande partie, les incitations motrices par lesquelles l'organisme va répondre, d'une façon consciente ou inconsciente, aux excitations internes et externes. La partie inférieure de l'axe nerveux, au contraire, représente les *centres nerveux inférieurs* ou *centres secondaires*, reliés à l'écorce cérébrale et à l'écorce cérébelleuse et influencés, dans une forte mesure, par les éléments nerveux constitutifs de cette substance grise supérieure.

Substance grise.

Depuis le cerveau intermédiaire jusqu'au filet terminal, la substance centrale de l'axe nerveux est traversée par le canal médullaire primitif.

La substance grise placée au-devant du canal est essentiellement motrice; c'est là que l'on trouve les cellules nerveuses qui donnent origine aux fibres motrices périphériques, FIG. **504** : cornes antérieures et cornes latérales de la substance grise sur toute l'étendue de la moelle épinière; trigone de l'hypoglosse et noyau ambigu pour les nerfs moteurs

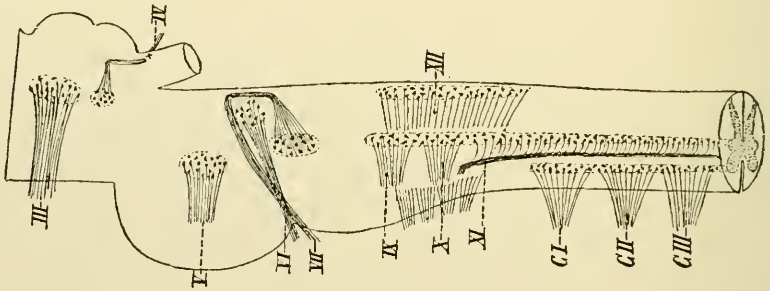


FIG. **504**.
Schéma montrant l'origine réelle des nerfs craniens et rachidiens.

qui dépendent du myélencéphale; noyaux moteurs du facial, de l'oculo-moteur externe et du trijumeau dans l'épaisseur du pont de VAROLE ; noyau du pathétique dans l'isthme du rhombencéphale et noyau du nerf oculo-moteur commun dans le cerveau moyen.

Cette substance grise antérieure n'est pas exclusivement formée par les cellules radiculaires des nerfs moteurs périphériques; on y trouve encore, comme second élément constitutif, un entrelacement inextricable de fines fibrilles nerveuses. Parmi celles-ci, quelques-unes représentent

les ramifications cylindraxiles collatérales et terminales des fibres nerveuses de la voie motrice centrale qui doivent relier ces noyaux d'origine à la zone motrice de l'écorce cérébrale; d'autres représentent les ramifications cylindraxiles des fibres nerveuses formant les voies motrices courtes (fibres du faisceau longitudinal postérieur, fibres cérébello-spinales) reliant les masses grises du diencéphale et des diverses parties du rhombencéphale aux cellules d'origine des nerfs moteurs périphériques; d'autres encore appartiennent aux collatérales des fibres sensitives voisines : telles un grand nombre de fibrilles qui se terminent dans les cornes antérieures et latérales de la moelle épinière et qui appartiennent aux fibres des cordons postérieurs; telles encore les collatérales destinées aux noyaux d'origine des nerfs moteurs craniens et qui proviennent des fibres constitutives de la voie sensitive centrale.

La substance grise placée en arrière du canal central est en rapport avec les fibres sensitives. C'est là que viennent se terminer une grande partie des ramifications collatérales et terminales des fibres sensitives périphériques : cornes postérieures et régions moyennes de la substance grise de la moelle et noyaux des faisceaux de Goll et de Burdach pour les fibres des racines postérieures des nerfs spinaux ; trigone du vague et du glosso-pharyngien et substance grise voisine du faisceau solitaire pour les fibres sensitives de ces deux nerfs ; les différentes masses grises connues sous le nom de noyaux de l'acoustique pour la terminaison des fibres des deux racines du nerf de la huitième paire (noyau accessoire et tubercule latéral pour les fibres du nerf cochléaire, noyau à grosses cellules ou noyau de Deiters, noyau de Bechterew et noyau principal ainsi que la masse grise qui longe en dedans la racine descendante) pour les fibres du nerf vestibulaire; le noyau terminal et la substance grise voisine de la racine descendante ou spinale du nerf trijumeau pour les fibres sensitives du nerf de la cinquième paire.

Cette substance grise postérieure ne constitue pas seulement le noyau de terminaison des fibres sensitives périphériques, elle forme encore le noyau d'origine pour le neurone sensitif central, neurone central dont le prolongement cylindraxile ascendant doit se terminer dans une masse grise des centres supérieurs.

La substance grise de tout l'axe cérébro-spinal est formée essentiellement de cellules nerveuses. On y trouve des cellules nerveuses à cylindre-axe long et des cellules nerveuses à cylindre-axe court. Les ramifications cylindraxiles de ces dernières cellules s'épuisent entièrement dans la substance grise. Les cellules nerveuses à cylindre-axe long envoient leurs

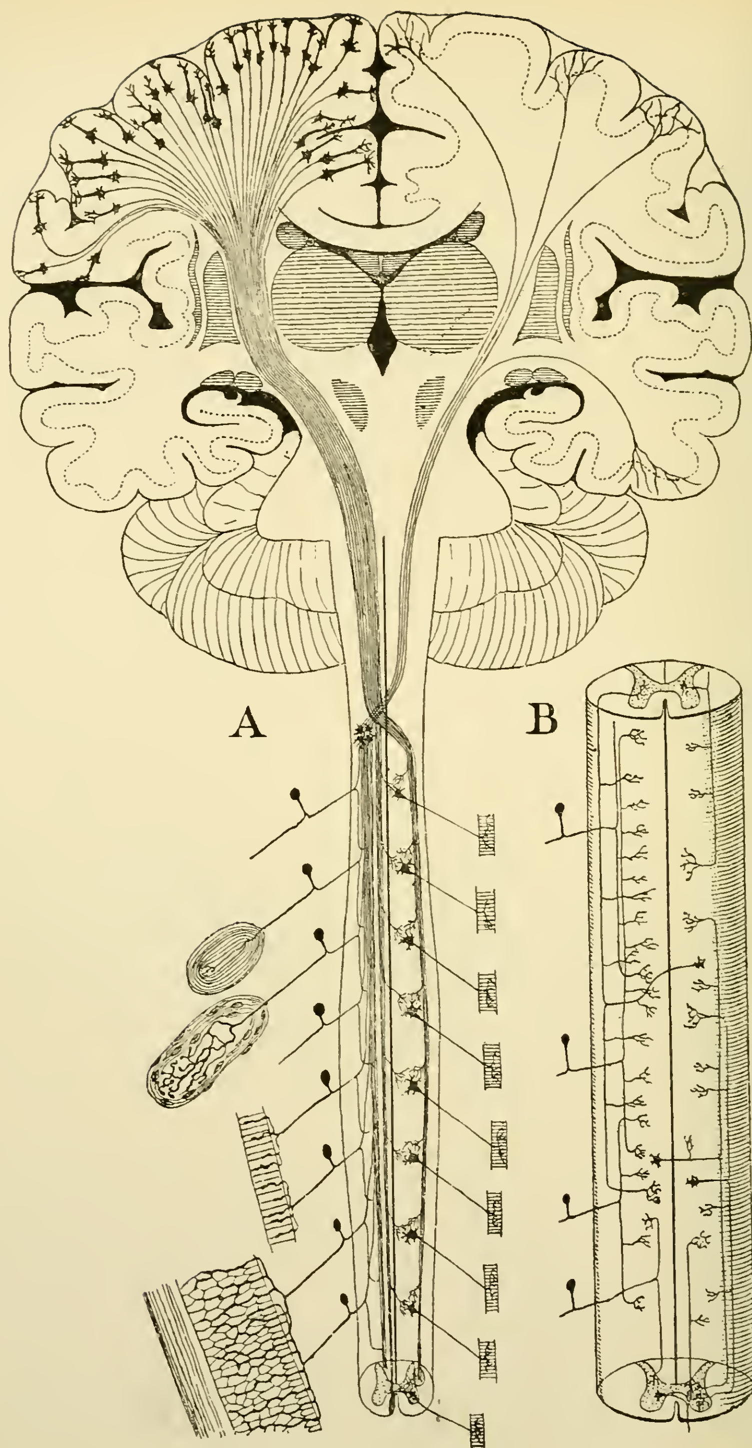


Fig. 505.

A. Schéma des voies longues de la sphère tactile.
B. Schéma des voies courtes ou fibres commissurales longitudinales dans la moelle épinière.

prolongements cylindraxiles dans la substance blanche. Entourés d'une gaine de myéline, ces prolongements cylindraxiles vont devenir les fibres constitutives de cette dernière substance.

Substance blanche.

La substance blanche de tout l'axe cérébro-spinal est formée de fibres nerveuses. Ces fibres constituent les voies nerveuses que l'on divise en deux groupes : les *voies longues* et les *voies courtes*.

Voies longues. Les voies longues sont formées par l'ensemble des fibres nerveuses qui relient les diverses sphères sensorielles du cerveau terminal à tous les organes et à tous les tissus du corps. Nous avons vu que chacune de nos sphères sensorielles est reliée aux organes périphériques correspondants par un double faisceau de fibres nerveuses : un faisceau de fibres ascendantes, centripètes ou sensitives et un faisceau de fibres descendantes, centrifuges ou motrices, FIG. 505, A.

L'étude des voies longues consiste à rechercher l'origine et la terminaison de ces voies ascendantes et de ces voies descendantes, à poursuivre leur trajet et à établir leurs connexions à travers tout le système nerveux central et périphérique.

Nous étudierons donc successivement les voies longues ascendantes et descendantes de la sphère tactile, de la sphère auditive, de la sphère visuelle et de la sphère olfactive.

Voies courtes. Toutes les autres voies peuvent être considérées comme des *voies courtes.* Elles ont pour fonction de relier l'une à l'autre des masses grises plus ou moins rapprochées dans l'axe cérébro-spinal. Ces voies sont excessivement nombreuses. Elles forment, dans la moelle épinière, le faisceau fondamental de chacun des trois cordons blancs et relient l'un à l'autre les différents étages de la moelle, FIG. 505, B. Elles forment encore, au moins en partie, les fibres constitutives des trois pédoncules cérébelleux, ainsi qu'un grand nombre des fibres constitutives des diverses parties de l'encéphale. On range encore dans ce groupe les fibres du *faisceau longitudinal postérieur* et toutes les *fibres propres* du cervelet et du cerveau terminal.

Nous avons rencontré tous les faisceaux de fibres nerveuses qui constituent ces voies longues et ces voies courtes dans les différentes coupes de l'axe nerveux que nous avons étudiées antérieurement. Nous allons les reprendre l'un après l'autre, poursuivre leur trajet et étudier leurs connexions et leurs rapports à travers toute l'étendue de l'axe cérébro-spinal.

LES VOIES LONGUES

- Les voies longues de la sphère tactile
  - Les voies ascendantes ou voies sensitives tactiles.
    - La voie sensitive tactile périphérique.
    - Les voies sensitives tactiles centrales.
      - La voie principale ou voie médullo-, bulbo-, ponto-cérébrale.
      - La voie secondaire ou voie cérébelleuse.
  - Les voies descendantes ou voies motrices tactiles.
    - La voie motrice tactile périphérique.
    - Les voies motrices tactiles centrales.
      - La voie principale ou voie cortico-médullaire.
      - La voie secondaire ou voie cérébelleuse.
- Les voies longues de la sphère auditive.
  - La voie ascendante ou voie sensitive acoustique.
    - La voie sensitive acoustique périphérique.
    - La voie sensitive acoustique centrale.
  - La voie descendante ou voie motrice acoustique.
- Les voies longues de la sphère optique.
  - La voie ascendante ou voie sensitive optique.
    - La voie sensitive optique périphérique.
    - La voie sensitive optique centrale.
  - La voie descendante ou voie motrice optique.
- Les voies longues de la sphère olfactive.
  - La voie ascendante ou voie sensitive olfactive.
    - La voie sensitive olfactive périphérique.
    - La voie sensitive olfactive centrale.
  - La voie descendante ou voie motrice olfactive.

Les voies longues.

Le tableau ci-contre indique l'ordre que nous allons suivre pour la description de ces multiples voies nerveuses.

Les voies longues de la sphère tactile.

Les voies longues de la sphère tactile ont pour fonction de relier l'écorce grise qui recouvre les circonvolutions de cette sphère à tous les organes et à tous les tissus du corps. Les fibres, qui établissent cette connexion entre la sphère tactile du télencéphale et les diverses parties constitutives de notre être, sont ou des fibres ascendantes, centripètes et sensitives ou des fibres descendantes, centrifuges et motrices, FIG. **505**, A.

Les voies ascendantes ou sensitives, commencent dans les organes périphériques : soit dans l'épithélium de la peau ou des muqueuses, soit dans les os, les muscles, le périoste, les séreuses, etc. Elles traversent toute l'étendue de l'axe cérébro-spinal pour aller se terminer dans les centres nerveux supérieurs, dans l'écorce grise des hémisphères cérébraux : ce sont les *voies sensitives tactiles*. Leurs fibres constitutives jouissent de la conduction centripète. Les voies descendantes ou motrices commencent dans l'écorce grise du cerveau terminal et vont se terminer dans presque tous les muscles périphériques : ce sont les *voies motrices tactiles* ou voies *cortico-musculaires*. Les fibres qui constituent ces voies possèdent la conduction centrifuge.

Les voies ascendantes ou voies sensitives tactiles.

Les fibres qui constituent ces voies longues ont pour fonction de recueillir les impressions qui se produisent à la surface du corps et dans la profondeur des organes et de les transmettre jusque dans les parties grises les plus élevées de l'axe cérébro-spinal.

Considérées dans leur forme la plus simple, ces voies sensitives sont constituées de deux parties superposées, dont l'une est *périphérique*, reliant les différents organes du corps à l'axe nerveux, et dont l'autre est *centrale*, unissant les parties inférieures de l'axe cérébro-spinal, dans lesquelles se terminent les neurones périphériques, aux éléments de la couche corticale grise du cerveau terminal, FIG. **506**.

La partie périphérique est formée d'un seul neurone; celui-ci a toujours

sa cellule d'origine *en dehors* de l'axe cérébro-spinal ; il est pourvu d'un prolongement protoplasmatique qui se termine dans les organes périphériques, et d'un prolongement cylindraxile, qui trouve sa terminaison dans les masses grises inférieures des centres nerveux, FIG. 506, masses grises qui portent le nom de *noyaux terminaux* des nerfs sensibles périphériques.

La partie centrale est formée au moins de deux neurones superposés ; ces neuronnes sensitifs des centres ont leurs cellules d'origine dans les parties inférieures du névraxe, dans les masses grises dans lesquelles se terminent les prolongements cylindraxiles des neurones périphériques. Leurs prolongements protoplasmatiques sont descendants, tandis que leurs prolongements cylindraxiles sont ascendants et vont se rendre, d'une façon directe ou indirecte, dans l'écorce grise de la sphère tactile.

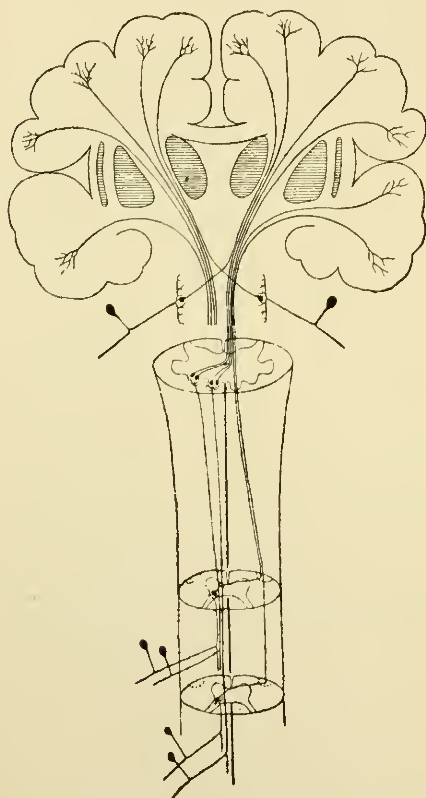


FIG. 506.

Schéma montrant la disposition et le mode de superposition des neurones sensitifs. Le neurone périphérique est toujours direct. Le neurone central est surtout croisé.

Ces éléments nerveux centraux et périphériques sont disposés de telle façon qu'ils recueillent les excitations par leurs prolongements protoplasmatiques, ou mieux prolongements à conduction cellulipète, et qu'ils les transmettent l'un à l'autre par leurs prolongements cylindraxiles ou prolongements à conduction cellulifuge. Aussi sont-ils superposés de telle manière que le prolongement cylindraxile de l'un vienne en contact, par ses ramifications terminales, avec les prolongements protoplasmatiques et avec le corps cellulaire de l'élément nerveux immédiatement supérieur.

Les excitations ou les impressions qui viennent d'une moitié du corps sont perçues, au moins en majeure partie, par les éléments de la couche corticale grise de l'hémisphère cérébral du côté opposé. C'est là un fait

d'observation indiscutable. Il s'en suit nécessairement que les éléments de la voie sensitive, qui transmettent ces impressions de la périphérie à l'écorce cérébrale, doivent, en un point quelconque de l'axe nerveux, passer la ligne médiane et s'entrecroiser avec les éléments de la voie sensitive du côté opposé. Cet entrecroisement ne se fait pas par le neurone sensitif périphérique. Celui-ci envoie toujours son prolongement cylindraxile dans la substance grise de la moitié correspondante de l'axe cérébro-spinal.

Mais *cet entrecroisement a lieu par le prolongement cylindraxile d'un neurone sensitif central.* Celui-ci a sa cellule d'origine dans une des masses grises qui constituent les noyaux terminaux des nerfs sensitifs périphériques : les différentes régions de la substance grise de la moelle et les noyaux des faisceaux de Goll et de Burdach pour les neurones sensitifs périphériques des nerfs spinaux; les trigones des nerfs glosso-pharyngiens et des nerfs vagues, ainsi que la masse grise voisine du faisceau solitaire, pour les fibres sensitives de ces deux nerfs; les différents noyaux gris du tronc cérébral en rapport avec les éléments constitutifs du nerf vestibulaire; le noyau sensitif terminal du nerf trijumeau et la substance grise voisine de sa racine descendante pour les fibres sensitives de la cinquième paire. C'est dans ces masses grises que le neurone central se met en contact avec les ramifications cylindraxiles terminales du neurone périphérique correspondant. Le prolongement cylindraxile du neurone central, au contraire, passe la ligne médiane, où il s'entrecroise avec le prolongement cylindraxile du neurone du côté opposé, et va se terminer dans l'écorce grise de l'hémisphère cérébral. Cet entrecroisement se fait le long de la moelle épinière ou à la partie inférieure de la moelle allongée, au niveau de l'entrecroisement des fibres du ruban de Reil, pour les neurones qui naissent dans la moelle épinière; le long du tronc cérébral pour les neurones qui viennent de plus haut.

Pour décrire les voies sensitives de la sphère tactile dans leur ensemble, il nous suffit donc d'étudier les deux parties qui les constituent : les neurones sensitifs périphériques et les neurones sensitifs centraux.

Nous allons d'abord étudier les éléments constituants des quatres voies sensitives périphériques.

La voie sensitive tactile périphérique.

a) *Neurones spinaux.*

Les neurones sensitifs périphériques, qui se terminent dans la substance grise de la moelle épinière, ont leurs cellules d'origine dans les ganglions spinaux.

Nous avons vu que, pendant les premiers jours du développement, les ganglions spinaux de tous les vertébrés sont formés de cellules nerveuses bipolaires, FIG. **507**. Ces cellules conservent définitivement la forme

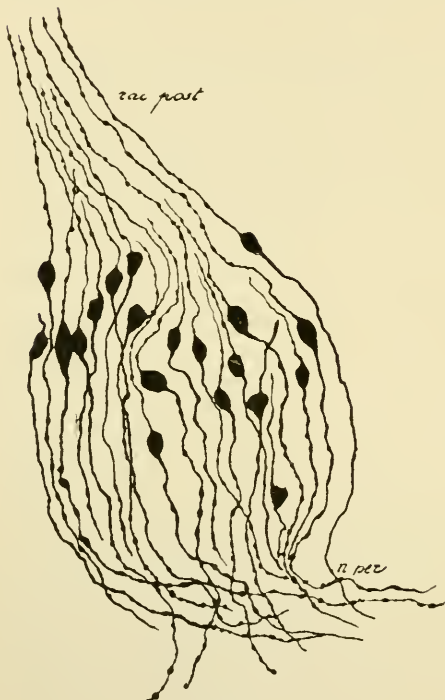


FIG. **507**.

Ganglion spinal d'un embryon de poulet âgé de 11 jours.



FIG. **508**.

Transformation des cellules bipolaires en cellules unipolaires dans le ganglion de GASSER d'un embryon de cobaye.

bipolaire chez la plupart des poissons, tandis que, chez tous les autres vertébrés, la forme bipolaire n'est que temporaire : les cellules bipolaires se transforment en cellules unipolaires par une modification spéciale survenue dans le corps de la cellule nerveuse, FIG. **508** et **509**.

Le prolongement unique de ces cellules unipolaires a un diamètre équivalent aux diamètres réunis des deux prolongements qui en partent (AXEL KEY, RETZIUS, V. LENHOSSEK, RAMON Y CAJAL et VAN GEHUCHTEN). Ce fait prouve que, de la cellule d'origine jusqu'au point de bifurcation, il

n'y a pas une fusion véritable, mais un simple accollement, une simple juxtaposition des deux prolongements qui vont en provenir. Il en résulte que si, chez l'adulte, les cellules des ganglions spinaux se présentent

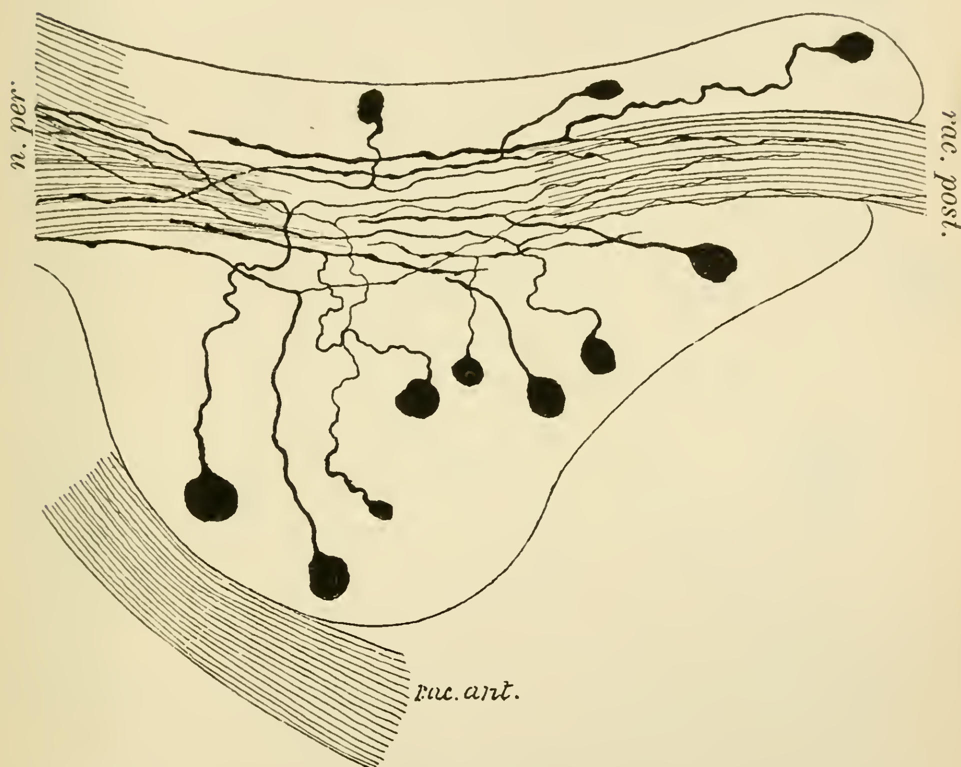


Fig. **509.**

Ganglion spinal d'une souris blanche nouveau-née.

rac. post. : Racine postérieure.
rac. ant. : Racine antérieure.
n pér. : Nerf périphérique.

comme des cellules unipolaires, elles n'en restent pas moins, par leur structure interne et par leur valeur physiologique, les cellules bipolaires du stade embryonnaire.

Des deux prolongements qui naissent de ces cellules ganglionnaires, l'un est externe et l'autre est interne. Le prolongement externe est généralement le plus gros (v. Lenhossek, Ramon y Cajal et Van Gehuchten), fig. **510.** Il devient le cylindre-axe d'une fibre nerveuse périphérique. Arrivé dans la profondeur des organes ou dans les épithéliums périphériques, il se divise

et se subdivise pour s'y terminer par des ramifications libres (Van Gehuchten, Retzius).

Le prolongement interne ou central est généralement plus grêle que le prolongement périphérique. Devenu le cylindre-axe d'une fibre des



Fig. 510.

Deux cellules du ganglion plexiforme d'un chat nouveau-né.

pr. p. : Prolongement protoplasmatique.
pr. c. : Prolongement cylindraxile.

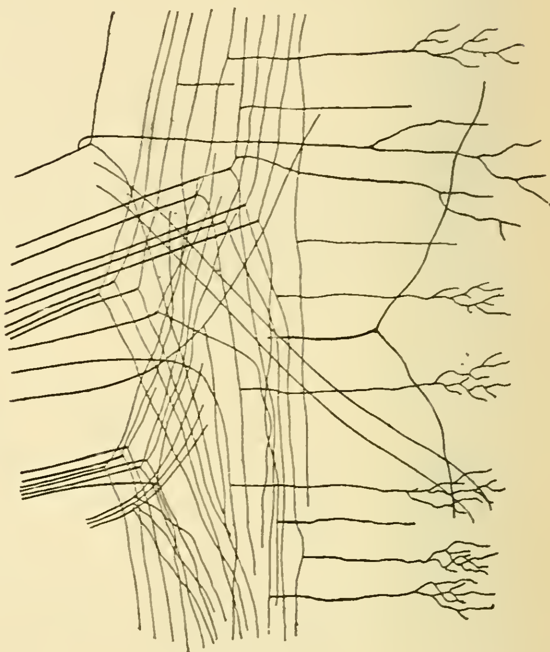


Fig. 511.

Entrée des fibres des racines postérieures dans le cordon postérieur.

racines postérieures des nerfs spinaux, il pénètre avec celles-ci jusque dans le cordon postérieur de la moelle. Là, il se bifurque en une branche ascendante et une branche descendante qui deviennent des fibres constitutives de la substance blanche du cordon postérieur, fig. 511. Ces fibres émettent sur leur trajet de nombreuses collatérales, qui pénètrent dans la substance grise où elles finissent par des ramifications libres ; elles se terminent elles-mêmes soit dans la substance grise de la moelle, soit dans les masses grises qui apparaissent dans les cordons postérieurs, vers la partie moyenne de la moelle allongée, et qui sont connues sous le nom de noyaux des faisceaux de Goll et de Burdach.

B) *Neurones cérébraux.*

Les éléments nerveux sensitifs périphériques, qui se terminent dans la moelle allongée ou dans la protubérance annulaire, se comportent comme

les neurones périphériques en connexion avec la moelle épinière. Ils forment la partie sensitive du nerf glosso-pharyngien, du nerf pneumo-gastrique, du nerf facial (nerf intermédiaire de Wrisberg) et du nerf trijumeau et constituent, à eux seuls, toutes les fibres du nerf vestibulaire. Ces neurones ont leurs cellules d'origine dans des ganglions périphériques : ganglions pétreux et plexiforme pour le nerf pneumo-gastrique, ganglions jugulaire et pétreux dépendant du nerf glosso-pharyngien, ganglion géniculé du facial, ganglion de Gasser situé sur le trajet du nerf trijumeau et ganglion de Scarpa pour la branche vestibulaire du nerf acoustique.

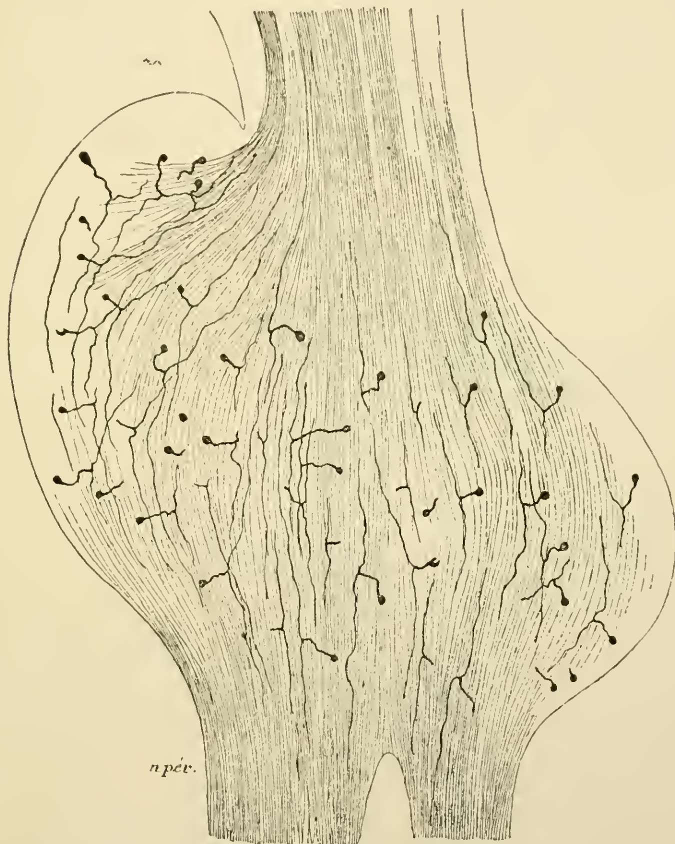


Fig. 512.
Le ganglion de Gasser d'un embryon de cobaye presque à terme.

Les ganglions du nerf pneumo-gastrique, du nerf glosso-pharyngien, du nerf facial et du nerf trijumeau sont formés de cellules unipolaires identiques aux cellules des ganglions spinaux, fig. 512. Le prolongement unique de ces cellules nerveuses se bifurque en deux branches dont l'une va

se terminer, par des ramifications libres, dans les organes et les épithéliums périphériques ; tandis que l'autre pénètre dans l'axe cérébro-spinal, s'y bifurque en une branche ascendante et une branche descendante qui se terminent librement, ainsi que leurs collatérales, dans la substance grise voisine : trigone du vague et du glosso-pharyngien, noyau du faisceau solitaire, noyau sensitif terminal du nerf trijumeau et la longue colonne de substance grise voisine de la racine spinale de ce dernier nerf.

Le ganglion situé sur le trajet du nerf vestibulaire a conservé, chez l'adulte, la forme embryonnaire de ses cellules constitutives. Celles-ci ont deux prolongements indépendants naissant des pôles opposés d'un corps cellulaire fusiforme. Le prolongement externe ou périphérique se termine entre les cellules épithéliales des taches acoustiques. Le prolongement interne ou central pénètre dans le tronc cérébral, s'y bifurque en branches

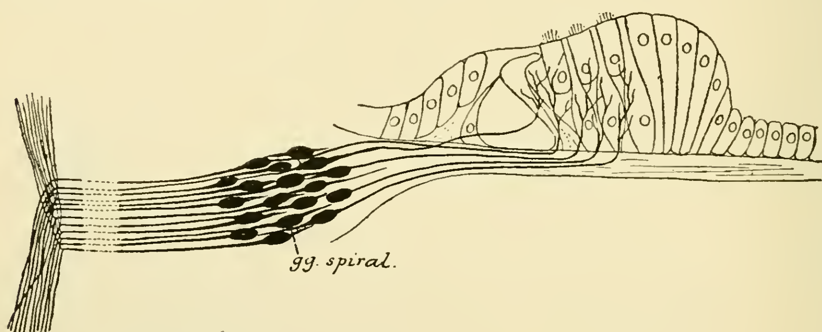


Fig. 513.
Schéma montrant l'origine et la terminaison des fibres du nerf cochléaire.

ascendantes et descendantes qui finissent, par des ramifications libres, dans des masses grises de l'axe nerveux : le noyau principal, le noyau de Bechterew, le noyau de Deiters et la masse grise qui accompagne la racine descendante du nerf vestibulaire.

La voie sensitive acoustique périphérique.

Les éléments nerveux constitutifs de la branche cochléaire du nerf acoustique ont leurs cellules d'origine dans le ganglion de Corti. Ce ganglion est formé de cellules bipolaires identiques aux cellules constitutives du ganglion de Scarpa, fig. 513; leur prolongement périphérique se termine entre les cellules épithéliales de l'organe de Corti, tandis que le prolongement central pénètre dans l'axe nerveux pour s'y terminer, par des

ramifications libres, dans les masses grises situées au-devant du pédoncule cérébelleux inférieur : le *tubercule latéral* et le *noyau accesoire.*

La voie sensitive optique périphérique.

Les éléments sensitifs périphériques du nerf optique occupent une position spéciale, FIG. 514. Nous avons vu que les cellules ganglionnaires de la rétine avec les fibres du nerf optique qui en dépendent doivent être considérées, au moins embryologiquement, comme des parties de l'axe cérébro-spinal ou comme des neurones sensitifs des centres. Il resterait alors, comme neurones périphériques, les cellules visuelles et les cellules bipolaires, deux neurones superposés qui tous deux ont conservé la forme bipolaire. La cellule visuelle envoie un prolongement à la surface externe de la rétine où il se termine librement, soit comme cône, soit comme bâtonnet; elle possède aussi un prolongement central se terminant soit par un bout libre (bâtonnets) soit par une touffe de ramifications indépendantes (cônes). La cellule bipolaire (qui seule mérite d'être comparée aux cellules des ganglions cérébro-spinaux) possède aussi un prolongement périphérique et un prolongement central se terminant, tous les deux, par des ramifications libres.

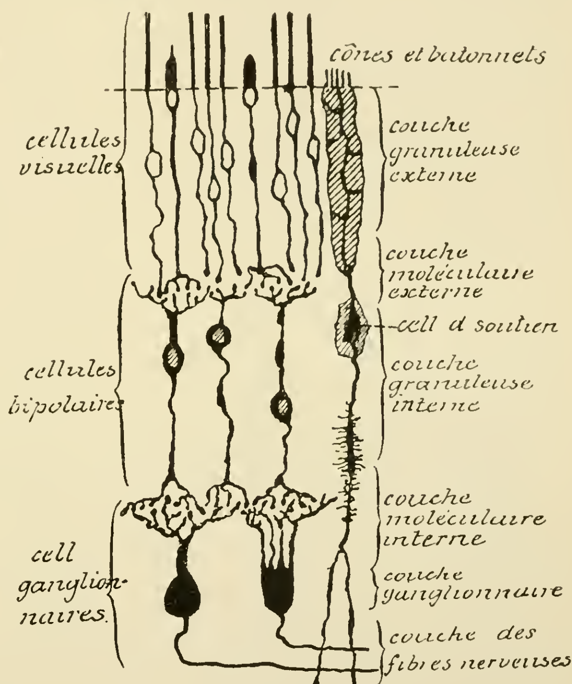


FIG. 514.
Les éléments essentiels de la rétine du chien.

La voie sensitive olfactive périphérique.

Enfin, les neurones sensitifs périphériques qui constituent les nerfs olfactifs, FIG. 515, ont conservé également la forme bipolaire. Leurs cellules d'origine sont situées dans l'épithélium olfactif : le prolongement

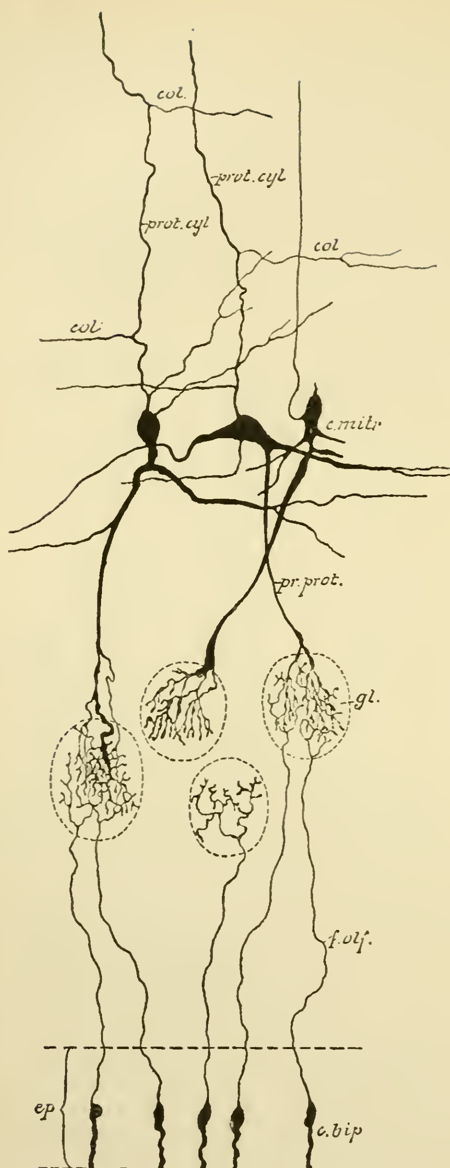


Fig. 515.

Schéma montrant le trajet des filets olfactifs et leur contact dans les glomérules du bulbe avec un prolongement protoplasmatique d'une cellule mitrale, chez les mammifères.

ep. : Épithélium de la muqueuse olfactive.
c. bip. : Cellules bipolaires olfactives.
f. olf. : Filets olfactifs.
gl. : Glomérules du bulbe olfactif.
c. m. : Cellules mitrales.
pr. prot. : Prolongements protoplasmatiques.
prol. cyl. : Prolongements cylindraxiles, avec *col.*, leurs branches collatérales.

périphérique de chacune de ces cellules bipolaires se termine librement à la surface de la muqueuse, tandis que le prolongement central pénètre dans le bulbe olfactif, où il se termine par des ramifications libres.

Les éléments nerveux sensitifs périphériques de la voie tactile, de la voie acoustique, de la voie optique et de la voie olfactive ont donc tous la même structure et la même disposition qu'ils soient en rapport avec la moelle épinière, la moelle allongée, la protubérance annulaire, le nerf optique ou le bulbe olfactif. Ce sont des éléments nerveux embryologiquement bipolaires, situés en dehors de l'axe cérébro-spinal, dont les prolongements périphériques se terminent soit à la surfare du corps, soit dans la profondeur des organes, pour y recueillir les impressions internes ou externes et dont les prolongements centraux se terminent dans l'axe cérébro-spinal pour y transmettre l'ébranlement nerveux aux neurones sensitifs des centres.

Les neurones sensitifs périphériques de la voie tactile sont tellement nombreux, qu'il n'y a pas un point de la surface libre de la peau ou des muqueuses, pas un organe interne, quelque petit qu'il soit, où n'arrivent leurs

prolongements périphériques. Toutes ces ramifications périphériques sont constamment ébranlées et excitées par les moindres modifications qui se produisent autour d'elles, et tous ces ébranlements sont conduits par les fibres centripètes vers l'axe cérébro-spinal où ils sons transmis à toutes les cellules nerveuses avec lesquelles les ramifications cylindraxiles des neurones sensitifs périphériques viennent en contact : cellules radiculaires motrices qui transmettent l'ébranlement à nos fibres motrices périphériques et, par là, maintiennent tous nos muscles dans un état permanent de demi-contraction connu sous le nom de *tonicité musculaire* ; cellules des cordons qui conduisent l'ébranlement reçu à des cellules placées plus haut ou plus bas dans l'axe nerveux; cellules sensitives des centres nerveux qui portent ces excitations vers les parties supérieures de l'axe cérébro-spinal, soit vers le cervelet, centre de coordination de nos mouvements externes, soit vers le cerveau, centre supérieur où se fait la perception consciente des excitations du dehors.

Tous ces éléments nerveux sensitifs périphériques remplissent donc les mêmes fonctions physiologiques, non seulement dans leur ensemble mais aussi dans leurs diverses parties constitutives : leur prolongement périphérique jouit de la conduction cellulipète ; leur prolongement central possède la conduction cellulifuge ; la cellule nerveuse, interposée entre les deux prolongements, reçoit l'ébranlement périphérique et le transmet au prolongement central.

Morphologiquement cependant ces éléments présentent entre eux des différences, en apparence au moins, assez importantes :

1° Les uns ont conservé, chez l'adulte, la forme bipolaire qu'ils avaient chez l'embryon, tels les cellules olfactives, les cellules visuelles et bipolaires de la rétine et les cellules d'origine des fibres de la branche vestibulaire et de la branche cochléaire du nerf acoustique ; les autres se sont transformées en cellules unipolaires.

2° Les prolongements des cellules olfactives ont des caractères nettement tranchés : le prolongement périphérique est de nature protoplasmatique, tandis que le prolongement central est un véritable prolongement cylindraxile.

Les prolongements des cellules des ganglions cérébro-spinaux ne présentent guère de différences sensibles; l'externe est un peu plus gros que l'interne, mais tous les deux deviennent cylindre-axes de fibres nerveuses. Ils semblent donc être tous deux aussi de nature cylindraxile. Ces éléments seraient donc dépourvus de prolongements protoplasmatiques.

Enfin, les prolongements des cellules visuelles et des cellules bipo-

laires de la rétine semblent être de nature protoplasmatique; ces cellules seraient privées de prolongements cylindraxiles.

Ces différences morphologiques, en apparence si profondes, ne résistent pas cependant à un examen plus attentif.

La forme de la cellule nerveuse redevient partout la même, puisque

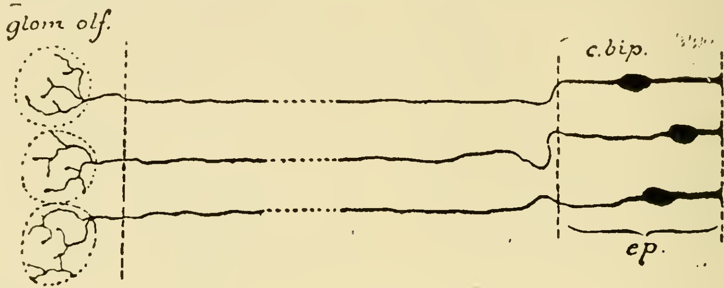


Fig. 516.
Disposition des neurones olfactifs périphériques chez tous les vertébrés.

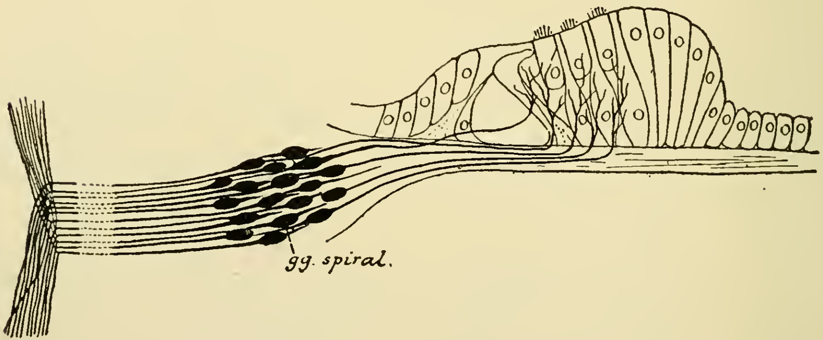


Fig. 517.
Disposition des neurones acoustiques périphériques chez tous les vertébrés.

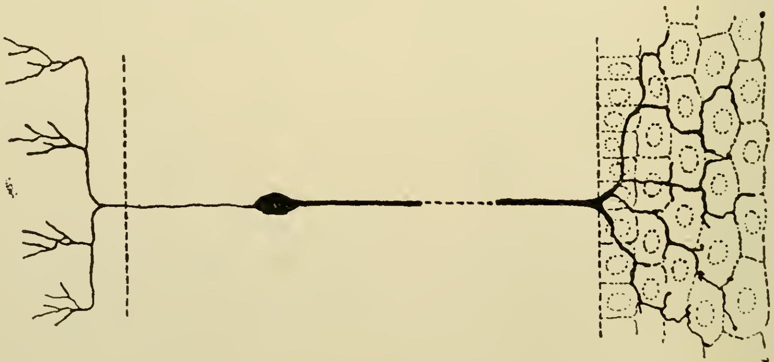


Fig. 518.
Disposition des neurones sensitifs périphériques chez les poissons.

les cellules unipolaires des ganglions cérébro-spinaux sont de véritables cellules bipolaires à prolongements accolés sur une certaine étendue de leur trajet.

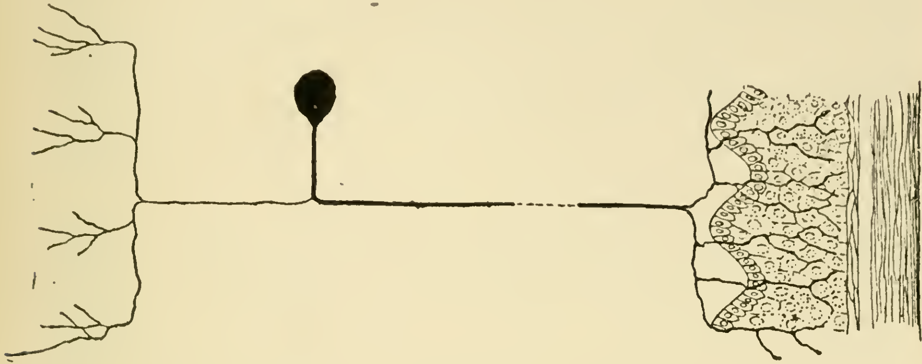


Fig. 519.
Disposition des neurones sensitifs périphériques chez les autres vertébrés.

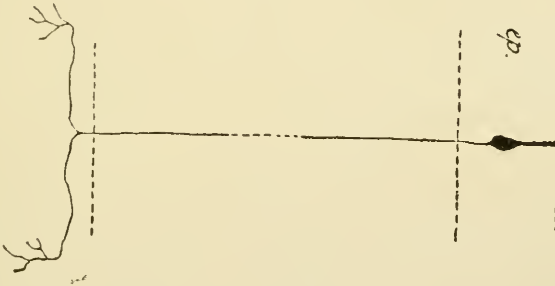


Fig. 520.
Disposition des neurones sensitifs périphériques chez le ver de terre (d'après v. Lenhossek).

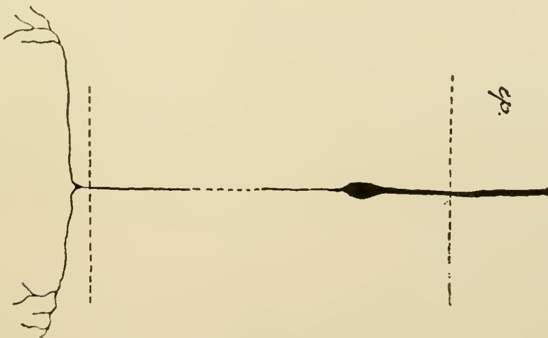


Fig. 521.
Disposition des neurones sensitifs périphériques chez les mollusques (d'après Retzius).

L'étude comparée des différents éléments nerveux sensitifs périphériques prouve que ce sont tous des éléments homologues non seulement dans leur ensemble, mais dans chacune de leurs parties, de telle sorte que, si le prolongement périphérique des cellules olfactives est manifestement un prolongement protoplasmatique et le prolongement central un prolongement cylindraxile, il doit en être de même, sinon morphologiquement du moins fonctionnellement, des prolongements de tous les autres neurones périphériques : cellules visuelles et cellules bipolaires de la rétine, cellules bipolaires du ganglion de Scarpa et du ganglion de Corti du nerf acoustique, cellules unipolaires des ganglions cérébro-spinaux.

Cette façon de considérer les cellules nerveuses des ganglions cérébro-spinaux fait rentrer dans le même type tous les éléments nerveux sensitifs périphériques.

Il n'existe pas, bien qu'on l'ait cru pendant longtemps, différents modes de terminaisons nerveuses sensitives périphériques : les uns par des ramifications libres et les autres par des cellules spéciales. Tous les éléments nerveux sensitifs périphériques se comportent d'une façon identique, tous se réduisent à des cellules bipolaires pourvues d'un prolongement central à conduction cellulifuge et d'un prolongement périphérique à conduction cellulipète. La seule et unique différence que ces neurones présentent entre eux réside dans la place qu'occupe la cellule de l'élément nerveux. Pour l'olfaction, le corps cellulaire se trouve dans la muqueuse olfactive, fig. **516**, pour l'appareil auditif, il est situé plus profondément dans le ganglion spiral ou dans le ganglion de Scarpa, fig. **517**; pour les éléments des nerfs cérébro-spinaux, il se trouve plus profondément encore dans les ganglions cérébro-spinaux, fig. **518** et **519**.

Mais cette différence est sans grande valeur et disparaît complètement si l'on considère que, chez les lombriciens, les cellules qui correspondent aux cellules spinales des vertébrés se trouvent éparpillées entre les cellules épithéliales de l'épiderme, fig. **520**, comme les cellules olfactives des animaux supérieurs (v. Lenhossek et Retzius); et que, chez les vers polychètes, chez les mollusques et chez les crustacés, ces cellules se trouvent dans les couches sous-épidermiques, fig. **521**, comme les cellules auditives des animaux supérieurs (Retzius).

Littérature.

Axel Key et Retzius : *Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes.* Stockholm, 1876. — Retzius : *Untersuchungen über die Nervenzellen der cerebrospinalen Ganglien und der übrigen peripherischen Kopfganglien.* Archiv f. Anatomie und Physiologie, Anatom. Abtheil., 1880. — v. Lenhossek : *Untersuchungen über die Spinalganglien des Frosches.* Archiv f. Mikr. Anat., 1886. — Cajal : *Contribucion al estudio de la estructura de la medula espinal.* Revista trimestral de Histologia normal y patologica, 1889. — *Sobre la existencia de terminaciones nerviosas pericelulares en los ganglios nerviosos raquidianos.* Pequenas communicaciones anatomicas. Barcelone, 1890. — Van Gehuchten : *La structure des centres nerveux : la moelle épinière et le cervelet.* La Cellule, 1891. — *Contribution à l'étude des ganglions cérébro-spinaux.* La Cellule, 1892. — *Contribution à l'étude de l'innervation des poils.* Anatom. Anz., 1892. — Retzius : *Die sensiblen Nervenendigungen in der Haut des Petromyzon.* Biolog. Unters., Bd. III, 1892. — Van Gehuchten : *Les terminaisons nerveuses libres intraépidermiques.* Verhandl. der Anatom. Gesellschaft, Wien, 1892. — Retzius : *Die Nervenendigungen in dem Geschmacksorgan der Säugethiere und Amphibien.* — *Die Nervenendigungen in den Endknospen, resp. Nervenhügeln der Fische und Amphibien.* — *Ueber die sensiblen Nervenendigungen an den Haaren.* Biolog. Unters., Bd. IV, 1892. — Van Gehuchten : *Les terminaisons nerveuses intra-épidermiques chez quelques mammifères.* La Cellule, 1893. — *Les nerfs des poils.* Mémoires de l'Acad. royale de Belgique, 1893. — Retzius : *Ueber die Endigungsweise der Nerven an den Haaren des Menschen.* — *Einige Beiträge zur Kenntniss der intraepithelialen Endigungsweise der Nervenfasern.* — *Zur Kenntniss der Endigungsweise der Nerven in den Zähnen der Säugethiere.* Biolog. Unters., Bd. VI, 1894. — v. Lenhossek : *Die sensibeln Nerven des Regenwurms.* Vorläufige Mittheilung, Basel, October 1891. — *Ursprung, Verlauf und Endigung der sensibeln Nervenfasern bei Lumbricus.* Archiv f. Mikr. Anatomie, 1892. — Retzius : *Das Nervensystem der Lumbricinen.* Biolog. Unters., Bd. III, 1892. — *Das sensible Nervensystem der Polychäten.* Biolog. Unters., Bd. IV, 1892. — *Das sensible Nervensystem der Mollusken.* Biolog. Unters., Bd. IV, 1892. — *Das sensible Nervensystem der Crustaceen.* Biolog. Unters., Bd. VII, 1895.

TRENTE-SIXIÈME LEÇON

La structure générale du système nerveux cérébro-spinal *(Suite).*

Les voies ascendantes de la sphère tactile (Suite). — Les voies sensitives tactiles centrales : La voie sensitive principale ou voie medullo-, bulbo-, ponto-corticale.

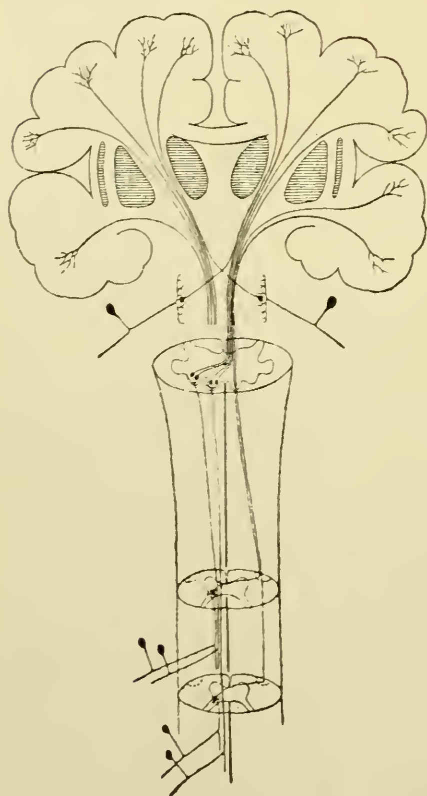


FIG. 522.

Schéma montrant la disposition et le mode de superposition des neurones sensitifs. Le neurone périphérique est toujours direct. Le neurone central est surtout croisé.

Les voies ascendantes de la sphère tactile *(Suite).*

Nous avons vu, dans la dernière leçon, que les voies sensitives de la sphère tactile, considérées dans leur forme la plus simple, sont constituées de deux parties : une partie périphérique et une partie centrale, FIG. 522. La partie périphérique est toujours *directe*; elle relie tous les organes d'une moitié du corps à la masse grise centrale de la moitié correspondante de l'axe cérébro-spinal. La partie centrale est généralement *croisée*; elle relie les masses grises inférieures d'une moitié de l'axe cérébro-spinal à l'écorce grise de l'hémisphère cérébral du côté opposé.

La partie périphérique est formée d'un seul neurone étendu entre les organes périphériques et les masses grises inférieures du névraxe. La partie centrale est constituée de neurones superposés reliant les masses grises inférieures à la substance corticale du télencéphale.

Pour connaître les voies sensitives dans leur ensemble, nous devons rechercher l'origine et le trajet de tous les neurones sensitifs périphériques, puis l'origine et le trajet de tous les neurones sensitifs des centres.

Nous avons étudié, dans la dernière leçon, les neurons sensitifs périphériques tactiles, acoustiques, optiques et olfactifs. Nous avons vu que ce sont des éléments nerveux bipolaires dont les prolongements externes, à conduction cellulipète, se terminent dans les organes et les épithéliums périphériques et dont les prolongements internes, à conduction cellulifuge, se terminent, par des ramifications libres, dans les différentes masses grises de l'axe cérébro-spinal appelées *noyaux sensitifs terminaux* des nerfs périphériques. C'est dans ces noyaux que les neurones périphériques arrivent en contact avec les corps cellulaires et avec les prolongements protoplasmatiques des neurones qui vont constituer les voies sensitives tactiles centrales.

Nous allons étudier aujourd'hui l'origine des neurones constitutifs de ces voies centrales, le trajet que suivent leurs prolongements cylindraxil s et rechercherles masses grises supérieures dans lesquelles ces prolongements trouvent leur terminaison.

Les voies sensitives tactiles centrales.

Ces neurones sensitifs des centres forment, par leur superposition, deux voies nerveuses reliant les noyaux terminaux des nerfs tactiles à l'écorce cérébrale : une voie nerveuse principale traversant presque en ligne directe toute l'étendue de l'axe nerveux ou voie medullo-, bulbo-, ponto-corticale et une voie nerveuse secondaire reliant les neurones tactiles périphériques à l'écorce cérébrale en passant par le cervelet ou voie tactile cérébelleuse.

La voie sensitive tactile principale.

Tout neurone sensitif central a sa cellule d'origine dans une des masses grises inférieures de l'axe cérébro-spinal où viennent se terminer les ramifications cylindraxiles des neurones sensitifs périphériques. Ses prolongements protoplasmatiques se terminent dans le voisinage immédiat du corps cellulaire, tandis que son prolongement cylindraxile monte dans l'axe cérébro-spinal pour aller se terminer dans l'écorce grise de l'hémisphère cérébral du *côté opposé*. Le trajet que suivent, dans l'axe nerveux, les prolongements cylindraxiles de tous les neurones sensitifs des centres, pour aller des cellules d'origine à la couche corticale grise du cerveau terminal, constitue la *voie sensitive centrale*, FIG. 523.

Cette voie commence dans les parties inférieures de l'axe nerveux; elle traverse toute l'étendue dans la moelle épinière, parcourt la moelle allongée, la protubérance annulaire et le cerveau moyen, passe ensuite dans la capsule interne pour aller se terminer dans l'écorce cérébrale.

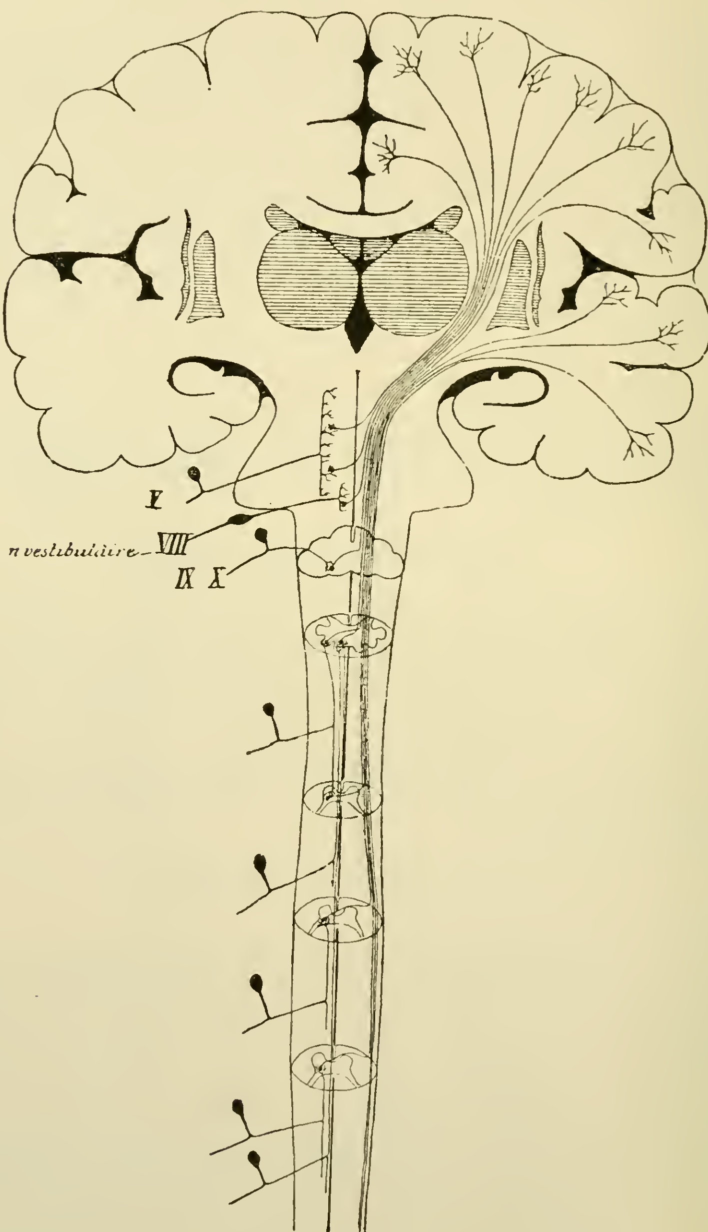


Fig. 523.
Schéma de la voie tactile principale.

Les fibres constitutives de cette voie centrale proviennent des cellules nerveuses que l'on trouve dans les noyaux sensitifs terminaux d'une moitié de l'axe nerveux; elles se terminent dans l'écorce cérébrale de l'hémisphère du *côté opposé*. Pendant leur trajet ascendant, ces fibres doivent donc, en un point quelconque de l'axe nerveux, passer la ligne médiane et *s'entrecroiser* avec les fibres du côté opposé.

Cette voie sensitive centrale augmente de volume de bas en haut, parce que, au fur et à mesure qu'elle monte dans l'axe cérébro-spinal, de nouvelles fibres nerveuses, venant des noyaux sensitifs terminaux près desquels elle passe, viennent s'y ajouter, FIG. **523**.

Nous allons étudier en détail l'origine et le trajet des fibres qui constituent cette voie centrale dans les différentes parties de l'axe nerveux.

Moelle épinière. Les masses grises de la moelle qui donnent origine aux neurones sensitifs des centres ne sont pas nettement circonscrites. On peut dire, d'une manière générale, qu'elles correspondent à toutes

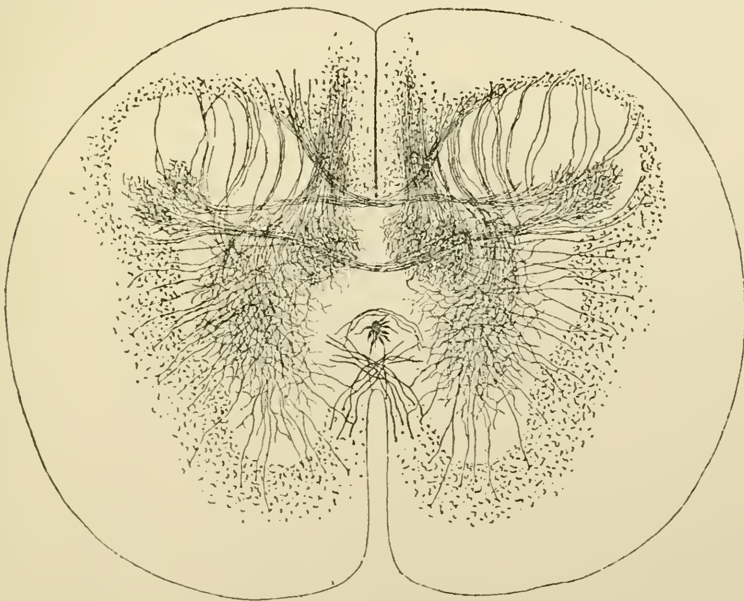


FIG. **524**.

Coupe transversale de la moelle dorsale d'un embryon de vache montrant les collatérales des fibres des différents cordons.

les régions de la substance grise de la moelle. C'est dans cette substance grise que viennent se terminer, en effet, par leurs ramifications collatérales et terminales, les fibres courtes des cordons postérieurs, FIG. **524**.

Nous faisons abstraction pour le moment de toutes les collatérales des fibres des cordons postérieurs qui viennent se ramifier jusque dans les cornes antérieures et connues sous le nom de collatérales sensitivo-motrices de Ramon y Cajal. Elles n'appartiennent pas à la voie sensitive centrale, puisqu'elles ne viennent pas en contact avec des cellules des cordons; mais elles ont pour fonction de se mettre en connexion avec les cellules radiculaires des fibres motrices et appartiennent ainsi aux *voies réflexes*.

Vous vous rappelez que les fibres des cordons postérieurs représentent, au moins en majeure partie, — abstraction faite des fibres de la zone ventrale ou faisceau fondamental de ce cordon et des fibres de la virgule de Schultze, du centre ovale de Flechsig et du triangle de Gombault et Philippe — les prolongements cylindraxiles des cellules des ganglions spinaux. Ces fibres se divisent en deux groupes : des *fibres courtes* et des *fibres longues*. Les fibres courtes se terminent dans la substance grise de la moelle elle-même. Les fibres longues se poursuivent à travers toute la longueur de la moelle jusque dans la partie inférieure de la moelle allongée, où elles se terminent dans les noyaux des faisceaux de Goll et de Burdach.

Nous nous occuperons séparément des connexions centrales des fibres courtes et des fibres longues.

Fibres courtes. Les ramifications collatérales et terminales des fibres courtes des cordons postérieurs se terminent dans toutes les régions de la substance grise de la moitié correspondante de la moelle; elles viennent s'y mettre en connexion avec les prolongements protoplasmatiques et avec le corps cellulaire de toutes les cellules nerveuses constitutives de cette substance grise. En dehors des cellules nerveuses à cylindre-axe court — dont on ignore encore la fonction physiologique — et en dehors des cellules radiculaires, dont nous parlerons plus tard en traitant des voies réflexes, on trouve, dans cette substance grise, de nombreuses cellules des cordons. Parmi celles-ci, les unes envoient leurs prolongements cylindraxiles dans la substance blanche de la moitié correspondante de la moelle (neurones des cordons tautomères), tandis que les prolongements cylindraxiles des autres passent par la commissure antérieure pour devenir des fibres constitutives de la substance blanche du côté opposé (neurones des cordons hétéromères). On ne sait pas encore lesquelles de ces cellules des cordons constituent les éléments nerveux sensitifs des centres ayant pour fonction de transmettre aux cellules de l'écorce cérébrale les ébranlements nerveux reçus des neurones sensitifs périphériques. Ce qui est certain, c'est que les prolongements cylindraxiles d'un grand nombre de cellules des cordons

constituent des voies courtes ou des fibres commissurales longitudinales : telles les fibres de la zone ventrale des cordons postérieurs et une partie au moins des fibres du faisceau fondamental du cordon antéro-latéral. Ces fibres courtes servent aux *voies réflexes*. Ce qui est certain encore, c'est que les cellules constitutives de la colonne de Clarke envoient leurs prolongements cylindraxiles dans le faisceau cérébelleux de la moitié correspondante de la moelle. Ce faisceau cérébelleux appartient à la voie sensitive centrale. Mais comme ses fibres constitutives se rendent dans le cervelet, ce faisceau n'appartient pas à la *voie sensitive medullo-corticale* la plus directe, mais bien à la voie sensitive cérébelleuse. Nous y reviendrons plus loin.

Le faisceau fondamental du cordon antéro-latéral doit cependant renfermer des fibres longues. Edinger a pu poursuivre, dans ce faisceau, des fibres dégénérées jusque dans la couche interolivaire de la moelle allongée. De plus, tous les auteurs admettent l'existence, dans ce faisceau fondamental, d'un groupe de fibres nerveuses présentant la dégénérescence secondaire ascendante et auquel on donne le nom de *faisceau de Gowers*, FIG. 525.

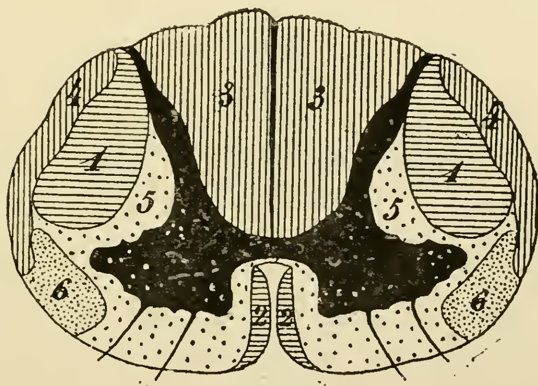


FIG. 525

Schéma indiquant la position des différents faisceaux de fibres nerveuses de la moelle épinière.

1 : Faisceau pyramidal du cordon latéral.
2 : Faisceau pyramydal du cordon antérieur.
3 : Cordon postérieur.
4 : Faisceau cérébelleux du cordon latéral.
5 : Faisceau fondamental du cordon antéro-latéral.
6 : Faisceau de Gowers.

Le faisceau fondamental du cordon antéro-latéral renferme donc des fibres longues ascendantes. Ces fibres longues sont des fibres sensitives. On les trouve en partie disséminées entre les fibres commissurales longi-

tudinales de ce faisceau fondamental (Edinger), en partie réunies en un petit groupe de fibres nerveuses situé à la périphérie du cordon latéral, au-devant du faisceau cérébelleux (faisceau de Gowers).

D'après Edinger, ces fibres sensitives proviennent de cellules nerveuses situées dans la corne postérieure du *côté opposé* de la moelle. Ce sont les prolongements cylindraxiles de cellules des cordons commissurales ou hétéromères, qui, pour arriver dans le faisceau fondamental auquel ils sont destinés, s'entrecroisent, dans la commissure blanche antérieure, avec les prolongement cylindraxiles venant des cellules de la corne postérieure du côté opposé.

Ces fibres sensitives, renfermées dans le faisceau fondamental du cordon antéro-latéral, constituent donc un *faisceau sensitif croisé*. Ce faisceau croisé appartient à la voie sensitive centrale. Il monte dans la moelle épinière en augmentant constamment de volume, parce que, à chaque instant, de nouvelles fibres venues de la substance grise du côté opposé viennent s'y ajouter. Le faisceau de Gowers n'est cependant pas formé exclusivement de fibres croisées, il renferme aussi des fibres directes provenant des cellules nerveuses situées dans la substance grise de la moitié correspondante de la moelle.

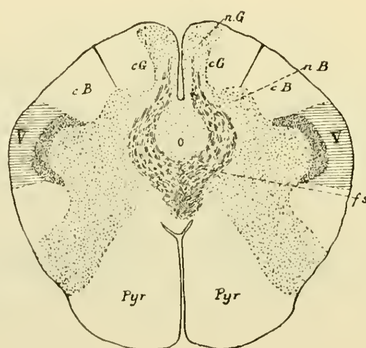


Fig. 526.

Entrecroisement des fibres sensitives ou fibres du ruban de Reil à la partie moyenne du myélencéphale.

cG : Faisceau de Goll.
nG : Noyau du faisceau de Goll.
cB : Faisceau de Burdach.
nB : Noyau du faisceau de Burdach,
V : Racine descendante du nerf trijumeau.
fs : Entrecroisement des fibres sensitives ou fibres du ruban de Reil.
Pyr : Pyramide antérieure.

Fibres longues. Les fibres longues des cordons postérieurs se terminent dans les noyaux des faisceaux de Goll et de Burdach. Ce faisceau augmente de volume en montant dans la moelle épinière, parce que

D'après les recherches expérimentales de Löwenthal, Auerbach, Mott, Tooth et Patrick et les observations anatomo-pathologiques faites sur le névraxe de l'homme par Patrick et Hoche, les fibres du faisceau de Gowers ne prendraient pas part à la constitution de la voie sensitive médullo-corticale. Elles resteraient complètement indépendantes des fibres de la couche interolivaire du bulbe et constitueraient, comme les fibres du faisceau cérébelleux, une voie sensitive médullo-cérébelleuse. Les fibres du faisceau de Gowers accompagnent les fibres du faisceau cérébelleux jusqu'à la partie moyenne du myélencéphale. Au point d'émergence des fibres radiculaires du nerf vague et du glosso-pharyngien, le faisceau cérébelleux se sépare du faisceau de Gowers (Patrick). Celui-ci traverse le reste de la moelle allongée en passant par la partie latérale du corps trapézoïde puis s'étend à travers la protubérance annulaire étant constamment situé en avant et un peu en dedans de la racine spinale du trijumeau. Au niveau des fibres radiculaires du nerf de la cinquième paire, il passe entre la couche latérale du ruban de Reil et le pédoncule cérébelleux moyen, puis se recourbe en arrière, contourne la partie latérale du pédoncule cérébelleux supérieur pour redescendre vers le cervelet et s'y terminer dans la partie antérieure du ver supérieur.

Le faisceau de Gowers ainsi compris ne représenterait donc que la partie ventrale du faisceau cérébelleux ainsi que Meynert, Flechsig, Westphal et v. Monakow l'avaient décrit depuis longtemps.

Outre cette connexion médullo-cérébelleuse établie par une partie au moins des fibres du faisceau de Gowers, nous croyons qu'il existe encore une connexion médullo-corticale établie par une autre partie des fibres du même faisceau. Nous verrons plus tard les arguments qui nous portent à admettre que les fibres du faisceau de Gowers servent à la transmission de la sensibilité douloureuse et thermique. Or nous savons que dans les lésions destructives du cervelet cette sensibilité est conservée intacte. Nous croyons donc, dans l'état actuel de la science, que, en traversant la protubérance annulaire, les fibres du faisceau de Gowers se séparent en deux faisceaux plus petits : un faisceau cérébelleux allant se terminer dans le ver supérieur et un faisceau cérébral se rendant à l'écorce cérébrale avec les autres fibres de la voie tactile médullo-corticale.

Littérature.

Löwenthal : Revue médicale de la Suisse Romande, 1885. — Auerbach : *Beitrag zur Kenntniss der ascendirende Degeneration des Rückenmarks und zur Anatomie der*

Kleinhirnseitenstrangbahn. Virchow's Archiv, Bd. 124, pp. 149-174, 1891. — MOTT : Brain, 1892. Voir : Neurolog. Centralbl., 1892, p. 605. — TOOTH : *On the destination of the antero-lateral ascending tract.* Brain. 1892 (Neurolog. Centralbl., 1893, p. 347). — PATRICK : *Ueber aufsteigende Degeneration nach totaler Quetschung des Rückenmarkes.* Archiv. f. Psychiatrie. Bd. XXV, Hft. 3, 1893, pp. 831-844. — *On the course and destina tion of Gowers Tract.* Journal of nervous and mental disease. 1896. — HOCHE : *Ueber secundäre Degeneration speciell des Gowers'schen Bündels, nebst Bemerkungen über das Verhalten der Reflexe bei Compression des Rückenmarkes.* Archiv. f. Psychiatrie, Bd. XXXVIII, 1896.

la racine postérieure de chaque nerf périphérique lui amène un certain nombre de fibres constitutives.

Il constitue dans la moelle épinière un *faisceau sensitif direct* appartenant exclusivement à la voie sensitive périphérique.

Dans les masses grises de la *clava*, nous trouvons l'origine des neurones sensitifs cérébro-spinaux en connexion avec les fibres longues du cordon postérieur.

Nous avons vu que quelques-unes des cellules nerveuses, qui constituent les noyaux des faisceaux de Goll et de Burdach, envoient leurs prolongements cylindraxiles dans le cervelet par les pédoncules cérébelleux inférieurs. Nous en parlerons plus tard. Les prolongements cylindraxiles des autres cellules nerveuses se dirigent en avant et en dedans ; ils gagnent la ligne médiane un peu au-devant du canal central et s'y entrecroisent avec les prolongements cylindraxiles des cellules du côté opposé. Cet entrecroisement de fibres

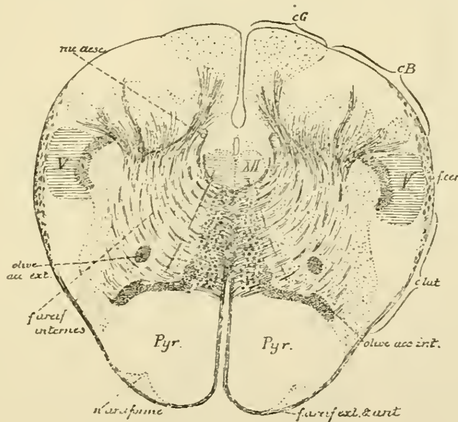


Fig. 527.

Position des fibres sensitives centrales à la partie inférieure de la moelle allongée.

cG : Faisceau de Goll.
cB : Faisceau de Burdach.
V : Rac. desc. du nerf trijumeau
f. cer. : Faisceau cérébelleux.
c. lat. : Cordon latéral.
XV : Noyau d'orig. du nerf hypoglosse
rac. des : Racine descendante du glosso-pharyngien et du vague.

nerveuses est connu sous le nom d'*entrecroisement des fibres du ruban de Reil* ou *entrecroisement des fibres sensitives* (Scheifenkreuzung des auteurs allemands), fig. 526 et 528.

Après entrecroisement, ces fibres se recourbent en haut pour devenir verticales. A ce niveau, les fibres du faisceau sensitif de la moelle épinière ou faisceau de Gowers se réunissent avec les fibres venues de l'entrecroisment du ruban de Reil, Fig. 528, et toutes ensemble constituent, de chaque côté

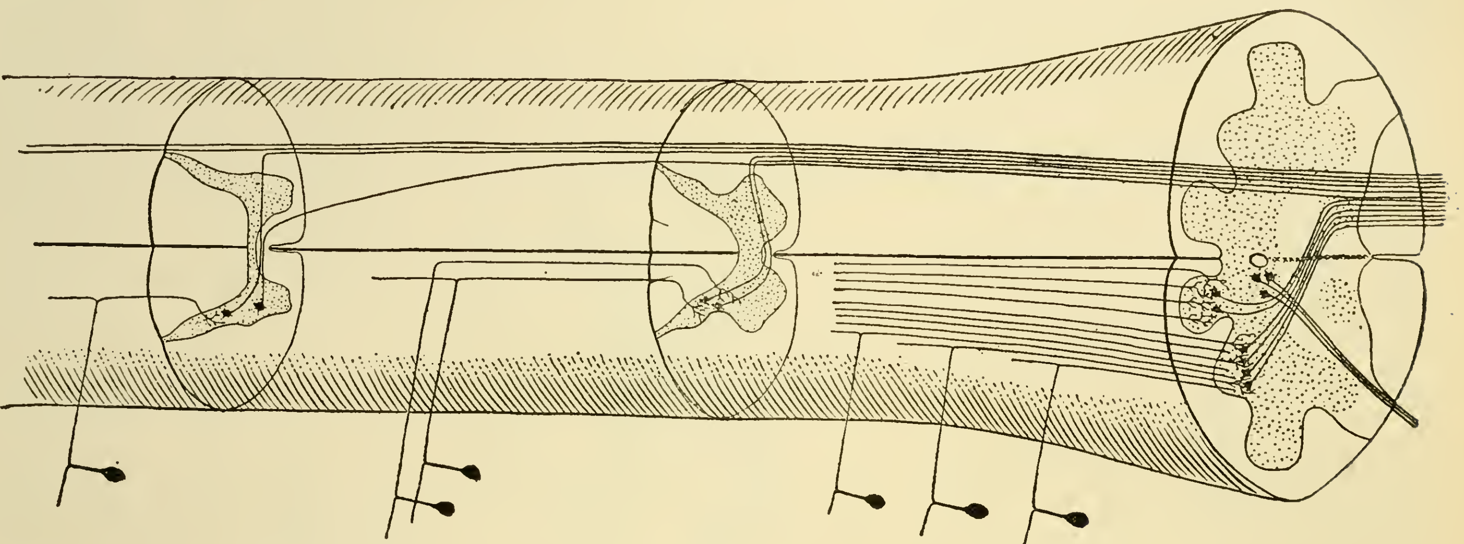


Fig. 528.

Schéma montrant l'origine et le trajet de la voie sensitive centrale dans la moelle épinière.

Dans la moitié gauche de la figure on voit le *faisceau sensitif central* de la moelle ou faisceau de Gowers; dans la moitié droite, le *faisceau sensitif périphérique direct*. A la partie inférieure de la moelle allongée, les fibres centrales venant des noyaux des faisceaux de Goll et de Burdach s'entrecroisent également et se joignent aux fibres centrales de la moelle.

du raphé, entre les pyramides antérieures qui sont en avant et la masse grise voisine du canal central qui est en arrière (1), un faisceau volumineux, FIG. 527, formé par les prolongements cylindraxiles de tous les élément nerveux sensitifs des centres qui sont en connexion avec les éléments nerveux sensitifs périphériques se terminant dans la moelle épinière. Ce faisceau représente donc la voie sensitive centrale d'origine spinale ou *voie sensitive médullo-corticale.*

A la partie inférieure de la moelle allongée, toutes les fibres sensitives centrales sont, en grande partie du moins, des *fibres croisées*, FIG 528, dont les unes ont subi l'entrecroisement dans la commissure blanche de la moelle et dont les autres ont subi l'entrecroisement *en bloc* à la partie inférieure de la moelle allongée, un peu au dessus de l'entrecroisement des pyramides.

Myélencéphale. Les fibres de la voie sensitive médullo-corticale traversent ensuite de bas en haut toute l'étendue de la moelle allongée, conservant toujours leur position de chaque côté du raphé, en arrière des fibres de la voie motrice centrale ou voie pyramidale. En longeant la face interne des olives du bulbe, ce faisceau compact des fibres sensitives prend le nom de *couche interolivaire*, FIG. 529.

Pendant son passage à travers la moelle allongée, la voie sensitive centrale augmente de volume par l'adjonction de nouvelles fibres sensitives. Nous trouvons, en effet, dans le bulbe les noyaux terminaux pour les fibres sensitives des deux nerfs pneumo-gastiques et des deux nerfs glosso-pharyngiens. Ces noyaux forment, dans chaque moitié du bulbe, une masse grise volumineuse qui apparaît librement sur le plancher du quatrième ventricule, où on la désigne sous le nom de *trigone du glosso-pharyngien et du vague* et une longue colonne de substance grise longeant toute l'étendue de la face interne du faisceau solitaire. De plus, le long de la face interne de la racine spinale du nerf trijumeau qui traverse de haut en bas toute l'étendue du myélencéphale et le long

---

(1) Ces fibres sensitives se trouvent mélangées, à ce niveau, avec les fibres des voies courtes qui représentent la continuation du faisceau fondamental du cordon antérieur. Ces fibres courtes forment la partie de ce faisceau la plus voisine du canal central. Nous avons vu, en étudiant la structure interne du myélencéphale, p. 434, que le faisceau fondamental du cordon antérieur, d'abord placé en dehors du faisceau de TÜRCK, a été refoulé en arrière par l'entrecroisement des fibres motrices. Après entrecroisement, les fibres sensitives viennent se placer immédiatement derrière les fibres motrices refoulant les fibres du faisceau fondamendal jusque dans le voisinage du canal central.

de la face interne de la racine descendante du nerf vestibulaire, on trouve encore les masses grises terminales pour les fibres constitutives des racines spinales de ces deux nerfs.

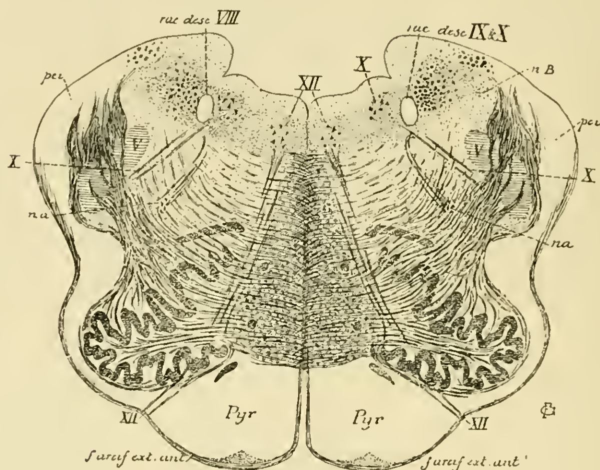


Fig. 529.

Coupe montrant la position de la couche interolivaire à la partie supérieure du myélencéphale.

XII : Noyau d'origine et fibres radiculaires du nerf hypoglosse.
X : Noyau terminal sensitif et fibres radiculaires du norf pneumo-gastrique.
nB : Noyau du faisceau de Burdach.
pci : Pédoncule cérébelleux inférieur.
na : Noyau ambigu.

Les cellules nerveuses qui constituent ces masses grises envoient leurs prolongements cylindraxiles en avant et en dedans pour aller se recourber et devenir des fibres longitudinales de la formation réticulaire, soit dans la moitié correspondante du bulbe, *fibres directes*, soit, après entrecroisement dans le raphé, dans la moitié opposée du bulbe, *fibres croisées*, fig 530 et 531.

Ces fibres directes et croisées, provenant des noyaux terminaux du nerf vague, du nerf glosso-pharyngien et de la racine descendante du nerf trijumeau et du nerf vestibulaire, traversent horizontalement le bulbe et forment la plus grande partie des fibres arciformes internes qui existent sur toutes les coupes du myélencéphale. Ces fibres se rendent, en partie, dans le faisceau longitudinal postérieur, en partie dans la formation réticulaire. Parm celles-ci, les unes se recourbent, soit en haut, soit en bas, pour devenir des fibres constitutives des voies courtes du myélencéphale; les autres, en plus grand nombre, vont constituer un faisceau compact de fibres nerveuses situé à la partie postérieure et latérale de la substance réticulaire



Fig. **530**.

Coupe transversale à travers le bulbe d'une souris âgée de quatre jours (d'après Cajal).

Sur cette figure on voit des cellules constitutives de la substance grise voisine de la racine spinale du nerf trijumeau envoyer leur axone dans la partie postéro-latérale de la formation réticulaire où se trouve la voie centrale bulbo-corticale; d'autres envoient leur axone à travers toute la largeur du bulbe (fibres arciformes internes) jusque dans la voie centrale bulbo-corticale du côté opposé.

A : Noyau du nerf hypoglosse.
B : Ganglion commissurale de Cajal dans lequel se terminent les fibres des faisceaux solitaires.
C : Olive bulbaire.
D : Racine spinale du nerf trijumeau.
E : Fibres radiculaires du nerf vague.
F : Noyau ambigu.
G : Racine descendante du nerf vestibulaire
H : Faisceau solitaire.
a : Pyramide avec les collatérales, *b*.
j : Fibres radiculaires croisées du nerf vague.

grise, entre le faisceau solitaire en arrière, la racine spinale du triju-meau en dehors et le noyau d'origine du nerf hypoglosse en dedans, FIG. 530 et 531. Ce faisceau est formé par les fibres nerveuses de la voie sensitive centrale en connexion avec les nerfs sensitifs du bulbe ; il

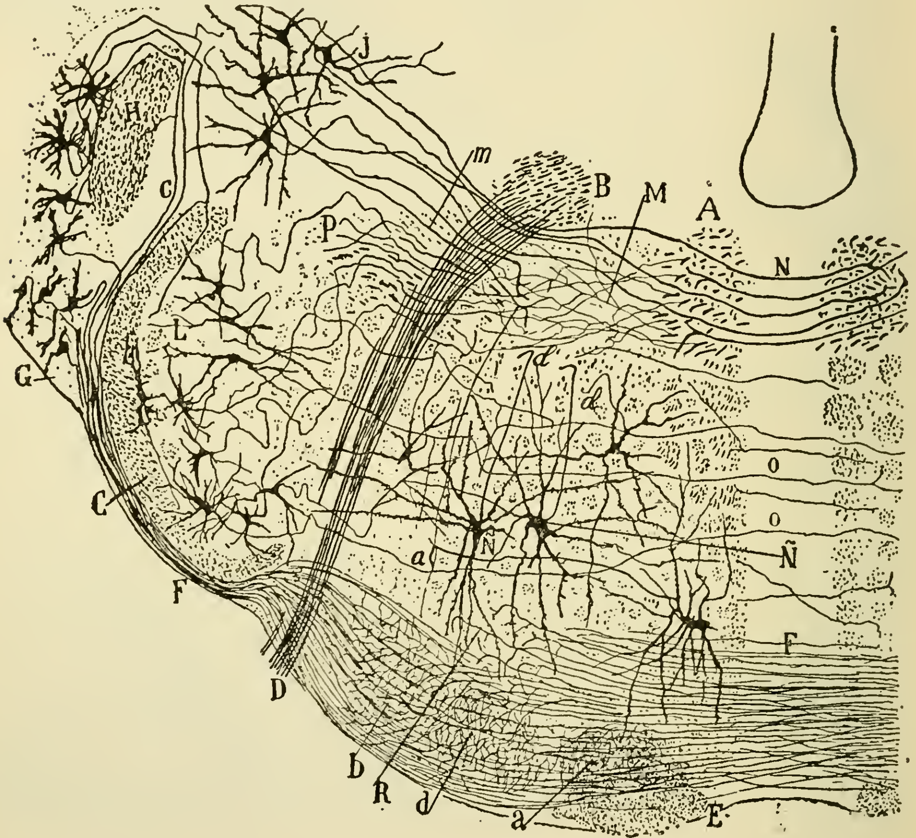


Fig. 531.

Coupe transversale du bulbe d'une souris au niveau du ganglion de Deiters et du corps trapézoïde (d'après Cajal).

Ce qui nous intéresse sur cette coupe ce sont les cellules constitutives de la substance grise voisine de la racine spinale du nerf trijumeau. Les axones qui naissent de ces cellules nerveuses se rendent, en partie, dans la voie sensitive bulbo-corticale du même côté, P; en partie, dans la formation réticulaire et, en partie aussi, dans la voie sensitive bulbo-corticale du côté opposé. Les axones des cellules du noyau de Deiters se rendent dans le faisceau longitudinal postérieur.

A : Faisceau longitudinal postérieur.
M : Noyau d'origine du nerf oculo-moteur externe.
B et *D* : Branches radiculaires du nerf facial.
P : Voie sensitive bulbo-corticale.
H : Pédoncule cérébelleux inférieur.
J : Noyau de Deiters du nerf acoustique.
G : Noyau accessoire.
F : Corps trapézoïde.

constitue donc la *voie sensitive tactile bulbo-corticale.* Cette voie traverse toute la hauteur du bulbe en augmentant considérablement de volume par l'adjonction constante de nouvelles fibres nerveuses et pénètre ensuite dans le pont de Varole.

Métencéphale. La voie sensitive centrale parcourt alors la protubérance annulaire. La partie médullo-corticale de cette voie s'y trouve, de chaque

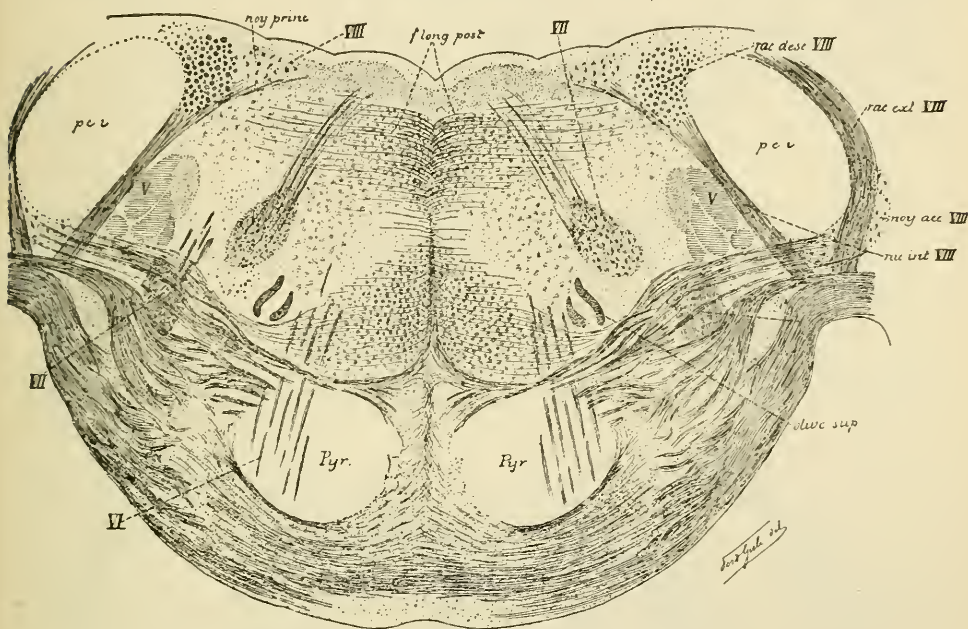


Fig. 532.

Coupe montrant la position des fibres sensitives centrales dans la partie inférieure de la protubérance ; la voie médullo-corticale se trouve derrière les fibres transversales du pont, la voie bulbo-corticale entre la branche radiculaire du facial, la racine descendante du nerf vestibulaire et la racine spinale du trijumeau.

côté du raphé, immédiatement en arrière des fibres transversales de la protubérance, fig. 532. En montant dans cette partie ventrale du métencéphale, le faisceau des fibres sensitives centrales d'origine spinale s'aplatit dans le sens antéro-postérieur, s'élargit dans le sens transversal et s'écarte insensiblement de la ligne médiane, fig. 533.

Le faisceau des fibres bulbo-corticales, toujours situé dans la partie postéro-latérale de la substance réticulaire grise, fig. 531, augmente de volume en passant par la protubérance, parce qu'il reçoit des fibres sensitives venant des masses grises volumineuses dans lesquelles se

terminent les fibres du nerf acoustique et celles de la grosse racine ou racine sensitive du nerf trijumeau.

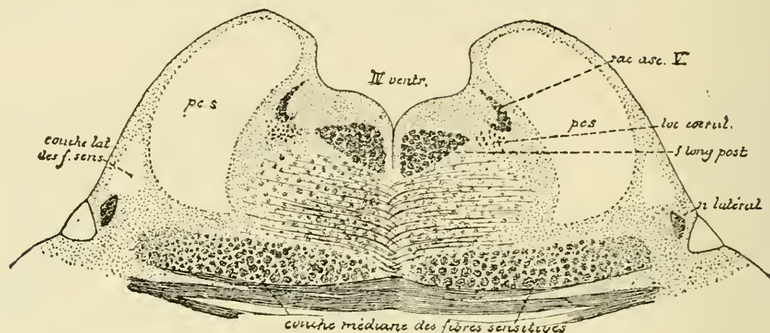


Fig. 533.

Coupe montrant la position des fibres sensitives centrales à la partie supérieure de la protubérance annulaire. La voie medullo-corticale se trouve derrière les fibres du pont, tandis que la voie bulbo-, ponto corticale se trouve en dedans du pédoncule cérébelleux supérieur.

Nerf acoustique. En étudiant le nerf acoustique, nous avons vu que ses fibres constitutives, arrivées au tronc cérébral, se divisent en deux

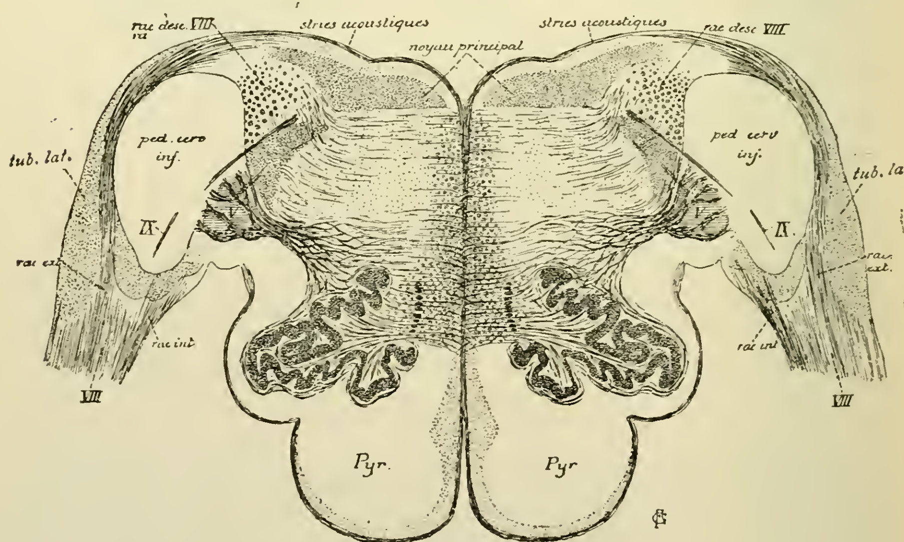


Fig. 534.

Coupe montrant les deux racines du nerf acoustique.

faisceaux appelés *racines*, fig. 534. L'une contourne en dehors le pédoncule cérébelleux inférieur; c'est la *racine externe* appelée encore *racine cochléaire* ou *nerf cochléaire*, parce qu'elle renferme toutes les fibres venant de l'organe de Corti.

L'autre racine pénètre dans le tronc cérébral, entre le pédoncule cérébelleux inférieur et la racine descendante du nerf trijumeau, c'est la *racine interne* appelée encore *racine vestibulaire* ou *nerf vestibulaire*, parce qu'elle renferme toutes les fibres de la branche vestibulaire du nerf de la huitième paire.

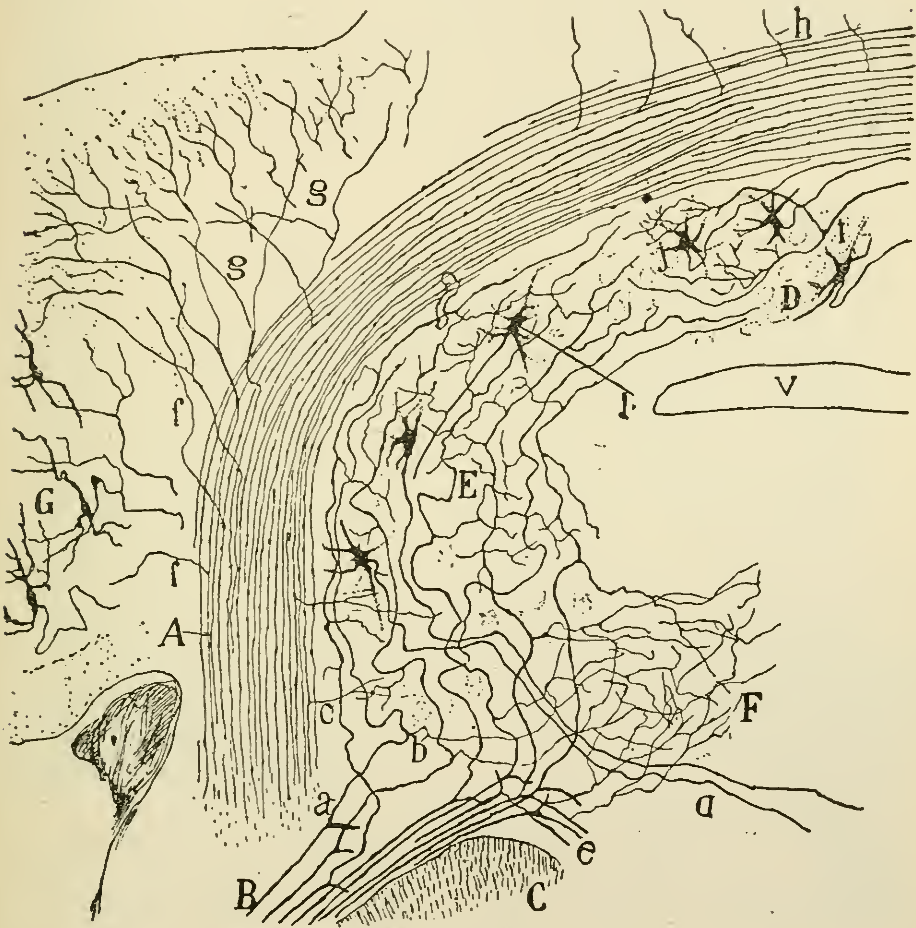


Fig. 535.

Coupe frontale de la protubérance comprenant le pédoncule cérébellenx inférieur, le noyau de Deiters et le noyau de Bechterew. Souris nouveau née. (d'après Cajal).

A : Pédoncule cérébelleux inférieur.
B : Nerf vestibulaire.
C : Racine spinale du nerf trijumeau.
D : Noyau du toit.
E : Noyau de Bechterew.
F : Noyau de Deiters.
G : Olive cérébelleuse.

a et *e* : Bifurcation des fibres du nerf vestibulaire.
d : Axones des cellules constitutives du noyau de Bechterew.
1 : Cellules du noyau cérébelloso-acoustique de Cajal.

Les fibres de la racine externe se terminent dans le *noyau accessoire* et dans le *tubercule latéral*. Les éléments nerveux acoustiques centraux venant de ces masses grises ne prennent pas part à la constitution de la voie sensitive tactile ; elles forment la voie sensitive acoustique en connexion avec la sphère auditive ; nous en parlerons plus tard.

Les fibres de la racine interne, arrivées au niveau du noyau de Deiters, se bifurquent en branches descendantes et en branches ascendantes (Kölliker, Held, Cajal). Les branches descendantes vont constituer la racine descendante du nerf vestibulaire et se terminer, par des ramifications collatérales et terminales, dans la substance grise voisine ou noyau de la

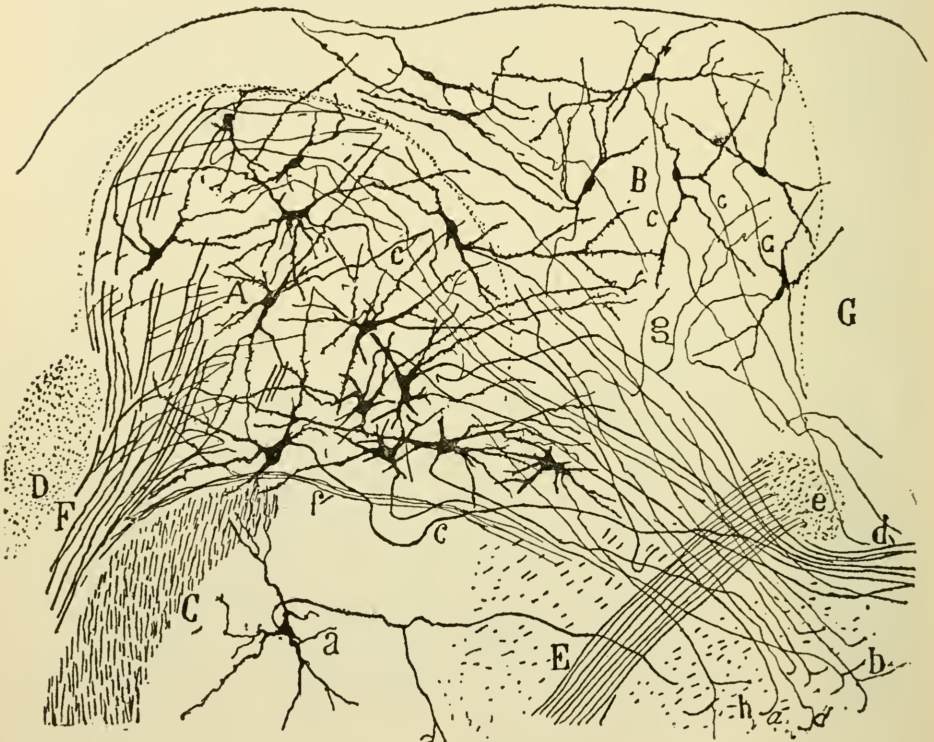


Fig. 536.

Coupe transversale du noyau de Deiters dans le bulbe d'une souris de peu de jours. (d'après Cajal).

A : Noyau de Deiters.
B : Noyau principal.
C : Racine spinale du nerf trijumeau.
D : Pédoncule cérébelleux inférieur.
E : Branche radiculaire du facial.
F : Fibres radiculaires du nerf vestibulaire.

a : Cellule du noyau spinal du nerf trijumeau.
a, b. h. : Fibres se rendant dans la voie centrale ponto-corticale du même côté.
d : Fibres se rendant dans la voie centrale ponto-corticale du côté opposé.

racine descendante. Les branches ascendantes s'inclinent vers le cervelet en longeant la face interne du pédoncule cérébelleux inférieur et se terminent, par des branches collatérales, dans le noyau de Deiters et dans le noyau de Bechterew ; et, par des ramifications terminales, dans le noyau du toit du cervelet, dans l'olive et dans l'écorce cérébelleuse, fig. 535. elles forment le *faisceau acoustico-cérébelleux* de Cajal. Entre les fibres de ce faisceau on trouve encore des amas de cellules nerveuses auxquels Cajal a donné le nom de *noyau cérébelloso-acoustique.*

Les cellules nerveuses constitutives des diverses masses grises en connexion avec les fibres du nerf vestibulaire (noyau cérébelloso-acoustique,

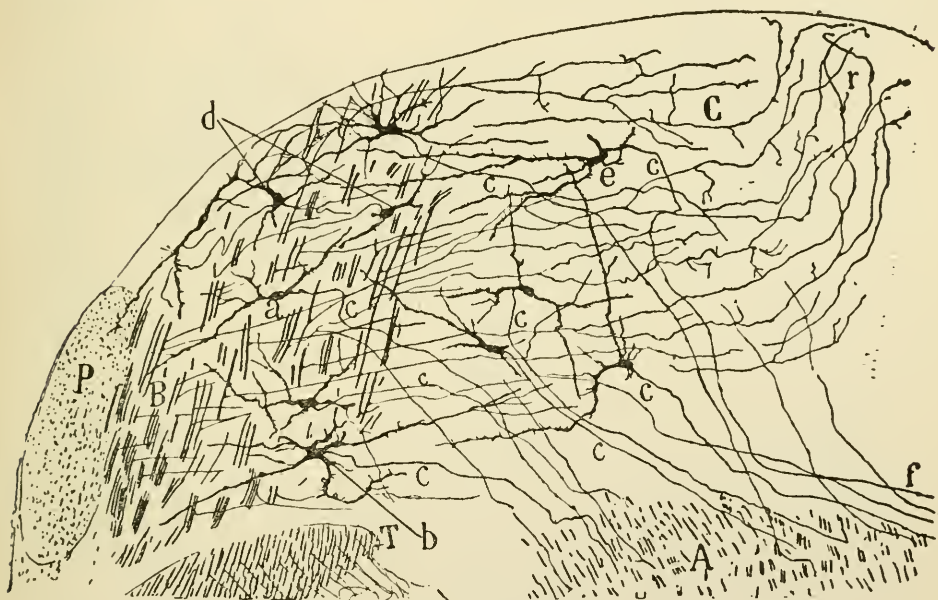


Fig. 537.

Coupe du bulbe d'une souris de quatre jours (d'après Cajal).

A : Partie postéro-latérale de la formation réticulaire où se trouve la voie sensitive bulbo-, ponto-corticale.
B : Racine descendante du nerf vestibulaire avec la masse grise terminale voisine, *C*.
T : Racine spinale du trijumeau.
P : Pédoncule cérébelleux inférieur.
f : Fibres croisées.

noyau de Bechterew, noyau de Deiters se continuant en bas avec le noyau de la racine descendante et noyau principal), envoient leurs prolongements cylindraxiles en avant et en dedans fig. 536 et 537. Ceux-ci se comportent comme les axones des éléments sensitifs en connexion avec les nerfs du

bulbe. Les uns se rendent dans la substance blanche de la moitié correspondante de l'axe nerveux et là vont devenir ou des fibres constitutives du faisceau longitudinal postérieur, ou des fibres des voies courtes du métencéphale, ou les fibres de la voie vestibulaire centrale allant se joindre à la voie sensitive bulbo-corticale. Les autres passent le raphé, s'y entrecroisent avec les fibres du côté opposé, pour se rendre dans le faisceau longitudinal postérieur, FIG. 531, dans les voies courtes ou dans la voie vestibulaire du côté opposé ; ces dernières fibres vont constituer la voie vestibulaire centrale croisée.

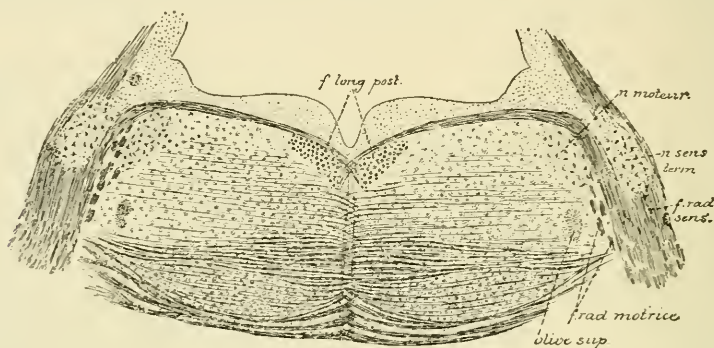


FIG. **538**.

Coupe montrant le noyau sensitif terminal du nerf trijumeau.

Nerf trijumeau. La masse grise terminale de la grosse racine du nerf trijumeau ne forme pas seulement le noyau gris que l'on trouve dans la profondeur de la protubérance annulaire, au niveau de l'entrée du nerf de la cinquième paire, FIG. **538**, mais encore toute la masse grise voisine de la racine descendante de ce nerf.

Cette masse grise terminale de la partie sensitive du nerf trijumeau est formée à la fois et par les ramifications collatérales et terminales des fibres de la racine descendante de ce nerf et par un nombre considérable de cellules nerveuses dont la forme et les connexions ont été étudiées principalement par CAJAL, FIG. **539**. Ce qu'il nous importe de savoir, c'est qu'un grand nombre de ces cellules nerveuses envoient leurs prolongements cylindraxiles horizontalement en dedans. Les uns se rendent dans le faisceau longitudinal postérieur du même côté ou du côté opposé; les autres pénètrent dans la formation réticulaire et y deviennent des fibres longitudinales ascendantes et descendantes constituant des voies courtes ; d'autres, enfin, beaucoup plus nombreux, vont constituer la voie sensitive centrale reliant le nerf trijumeau à l'écorce cérébrale ou voie ponto-

corticale, **540**. Ces fibres se rendent ou dans la substance blanche de la moitié correspondante du pont de Varole (faisceau direct) ou dans la substance blanche de la moitié opposée (faisceau croisé) et là se recourbent, un peu en dehors du noyau d'origine du nerf oculo-moteur externe. Ces fibres centrales du nerf trijumeau se réunissent là aux fibres centrales du nerf vestibulaire, du nerf glosso-pharyngien et du nerf vague pour constituer la voie sensitive centrale d'origine bulbo-protubérantielle.

Mésencéphale. Les fibres de la voie sensitive centrale pénètrent alors dans le cerveau moyen. Ses connexions ultérieures sont loin d'être établies.

Certains auteurs admettent que, arrivées dans le cerveau moyen, les fibres de la voie sensitive centrale se séparent en plusieurs faisceaux distincts.

1° Un *faisceau pédonculaire* (Fussschleife de Flechsig) passant par la partie externe dn pied du pédoncule cérébral pour se rendre dans l'insula de Reil, soit directement (Flechsig), soit après interruption dans les segments internes du noyau lenticulaire (Hösel).

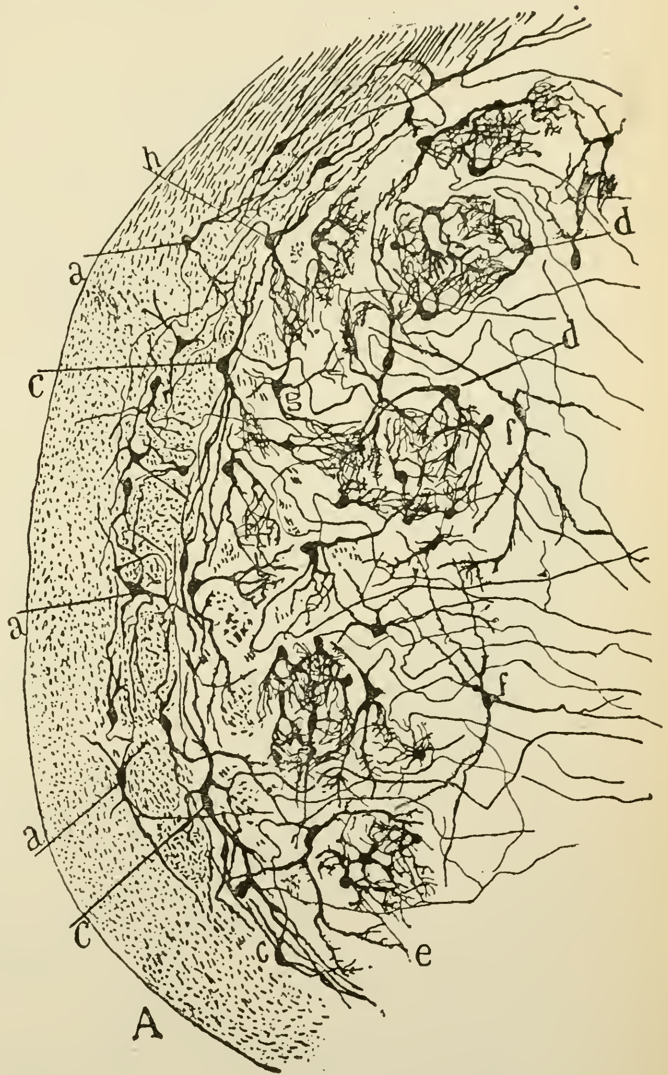


Fig. 539.

Coupe transversale de la racine spinale du nerf trijumeau et de la masse grise terminale voisine chez un lapin nouveau-né (d'après Cajal).

Cette coupe montre la richesse extraordinaire en cellules nerveuses de la substance grise dans laquelle se terminent les fibres de la racine descendante.

2° Un *faisceau médian* (médiale Schleife) pénétrant dans la partie interne du pied pédonculaire pour se joindre aux fibres motrices (Flechsig, v. Bechterew, Hösel).

3° Un *faisceau cortical (Rindenschleife)* traversant la région de la calotte, pour se rendre dans la capsule interne et, de là, dans l'écorce cérébrale.

L'existence du faisceau cortical est la mieux établie. Il traverse le

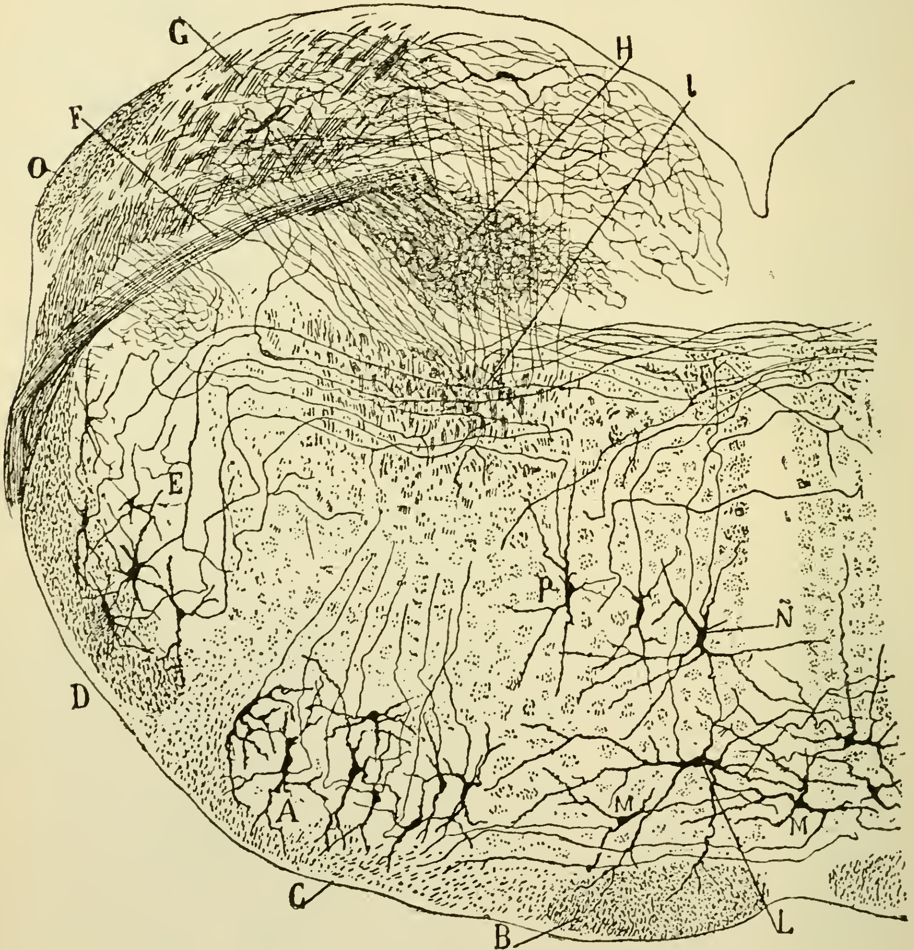


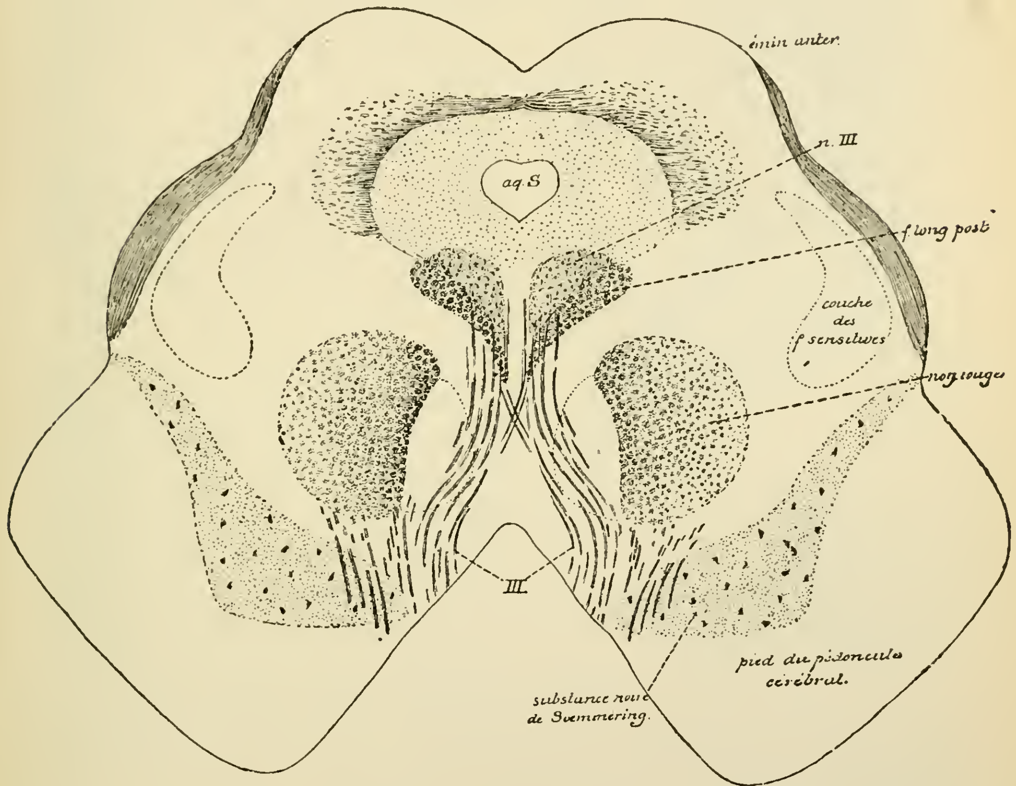
Fig. 540.

Coupe transversale du bulbe d'une souris nouveau-née (d'après Cajal).

A : Noyau du facial.
B : Pyramide antérieure.
D : Racine spinale du trijumeau.
E : Cellules constitutives du noyau spinal du trijumeau dont les axones se rendent dans la voie sensitive centrale du même côté et du côté opposé.
F : Branche radiculaire du vague et du glosso-pharyngien.
H : Noyau terminal de ces deux nerfs.
I : Voie centrale bulbo-, ponto-corticale.
O : Pédoncule cérébelleux inférieur.

mésenséphale, étant situé dans la partie latérale de la région de la calotte, FIG. 541.

Diencéphale et *télencéphale*. Au sortir du mésencéphale les fibres constitutives du faisceau cortical traversent la partie postérieure de la couche optique, pour pénétrer dans la *capsule interne*.



FIG, 541.

Coupe montrant la position des fibres sensitives centrales dans le cerveau moyen.

Dans la capsule interne, les fibres sensitives occupent la partie tout à fait postérieure du bras postérieur, FIG. 542, ou *carrefour sensitif* (CHARCOT); elles y sont situées immédiatement en arrière des fibres motrices.

D'après M. et Mme DÉJERINE, le bras postérieur de la capsule interne comprend deux parties bien distinctes : une première partie étendue du genou jusqu'à l'extrémité postérieure du segment externe du noyau lenticulaire : c'est le *segment lenticulaire*; une deuxième partie s'étendant de la limite

postérieure du noyau lenticulaire jusqu'à la queue du noyau caudé : c'est le *segment rétro-lenticulaire.* C'est par ce segment rétro-lenticulaire que passent les fibres sensitives.

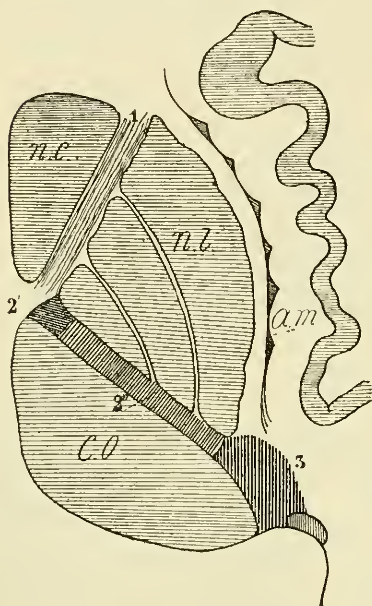


Fig. 542.

n. c. : Tête du noyau caudé
n. l. : Noyau lenticulaire.
a. m. : Avant-mur.
c. o. : Couche optique.
1 : Fibres cortico-thalamiques.
2' et 2'' : Fibres motrices.
3 : Fibres sensitives.

Au sortir de la capsule interne, les fibres traversent le centre ovale et s'écartent en rayonnant les unes des autres; elles deviennent ainsi des fibres de la substance blanche des hémisphères cérébraux, appartenant aux fibres de la couronne rayonnante et au groupe des fibres de projection, pour se terminer finalement, par des ramifications libres, entre les éléments de la couche des cellules pyramidales et de la couche moléculaire de l'écorce cérébrale.

En résumé donc, la voie sensitive tactile s'étend depuis les organes périphériques d'une moitié du corps jusque dans l'écorce grise de l'hémisphère cérébral du côté opposé. Elle est formée de deux groupes de neurones superposés. Les neurones périphériques relient *directement* les organes périphériques aux masses grises inférieures de la moitié correspondante de l'axe cérébro-spinal ; ils constituent la *voie sensitive périphérique. Cette voie est directe.* Les neurones centraux relient les masses grises inférieures, servant de noyaux terminaux aux neurones périphériques, à l'écorce grise des hémisphères cérébraux ; ils constituent la *voie sensitive centrale. Cette voie est à la fois directe et croisée.* Les fibres croisées de cette voie doivent passer la ligne médiane en un point quelconque de l'axe nerveux et s'y entrecroiser avec les fibres du côté opposé. Cet entrecroisement se fait :

a) pour *les fibres de la moelle épinière* : soit *successivement* le long de la moelle épinière, dans la commissure blanche antérieure ; soit *en bloc* à la partie inférieure de la moelle allongée ;

b) pour les *fibres de la moelle allongée et de la protubérance annulaire*, dans la voisinage immédiat des masses grises qui leur donnent origine.

Dans son ensemble la voie tactile principale a donc la forme de deux triangles se touchant par leur sommet, FIG. 543. La base du triangle supérieur correspond à l'écorce cérébrale d'un hémisphère, tandis que le sommet passe par le segment rétro-lenticulaire du bras postérieur de la capsule interne. Le sommet du triangle inférieur correspond également à la capsule interne, tandis que sa base, très étendue, touche les noyaux terminaux de tous les nerfs sensitifs périphériques du *côté opposé.*

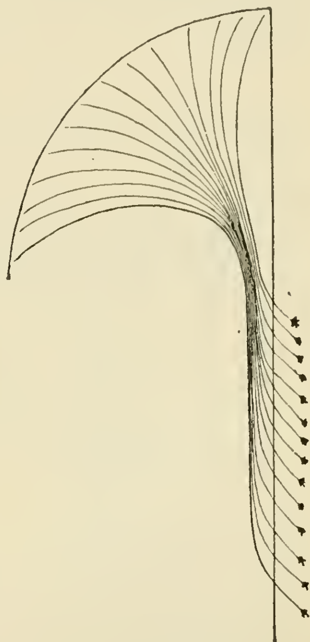


FIG. 543.
La forme générale de la voie sensitive centrale. La ligne verticale indique le plan médian.

Une question importante à résoudre, qui a été, dans ces dernières années, l'objet de vives controverses, est celle de savoir si cette connexion entre les noyaux terminaux des nerfs sensitifs périphériques et la masse grise corticale des hémisphères cérébraux s'établit par un seul neurone médullo-, bulbo-, ponto-cortical ; ou bien si, avant d'atteindre la substance corticale, les fibres de la voie sensitive centrale se trouvent interrompues dans la couche optique. Dans ce dernier cas, la connexion entre les ramifications terminales des neurones tactiles périphériques et la corticalité cérébrale s'établirait au moins par deux groupes de neurones superposés : des neurones médullo-, bulbo-, ponto- thalamiques et des neurones thalamo-corticaux.

Jusqu'en 1877, on admettait avec MEYNERT que la voie sensitive centrale se terminait dans les tubercules quadrijumeaux supérieurs. FOREL a montré alors que les fibres de cette voie centrale, arrivées à la partie supérieure du métencéphale, se rendaient, en partie, dans les tubercules quadrijumeaux supérieurs (*obere Schleife* ou *ruban de Reil supérieur*) et, en partie, dans la couche optique (*Thalamusschleife* ou *ruban de Reil thalamique*). FLECHSIG (1881), en se basant sur les résultats fournis par sa méthode embryologique, et v. MONAKOW (1884), en ayant recours à des recherches expérimentales, établirent alors, d'une façon incontestable, que les fibres de la voie sensitive centrale s'étendaient jusque dans l'écorce cérébrale. Ces fibres de la voie sensitive qui se poursuivent jusque dans la substance corticale forment ce que v. MONAKOW a appelé le *ruban de Reil cortical* (*Rindenschleife*).

Les connexions centrales des fibres de la voie sensitive sont importantes

à connaître, aussi depuis bientôt quinze ans la discussion est ouverte et roule sur les deux points principaux suivants :

1° La connexion avec l'écorce cérébrale est-elle directe comme l'a indiquée Flechsig, fig. **544**, ou bien serait-elle indirecte et s'établirait-elle par l'intermédiaire de la couche optique comme l'a soutenu v. Monakow, fig. **545** ?

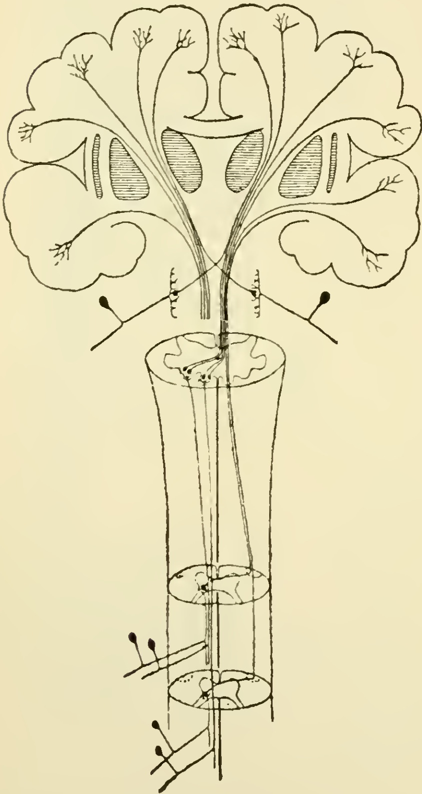


Fig. **544**.

Schéma montrant la disposition et le mode de superposition des neurones sensitifs. Le neurone périphérique est toujours direct. Le neurone central est surtout croisé.

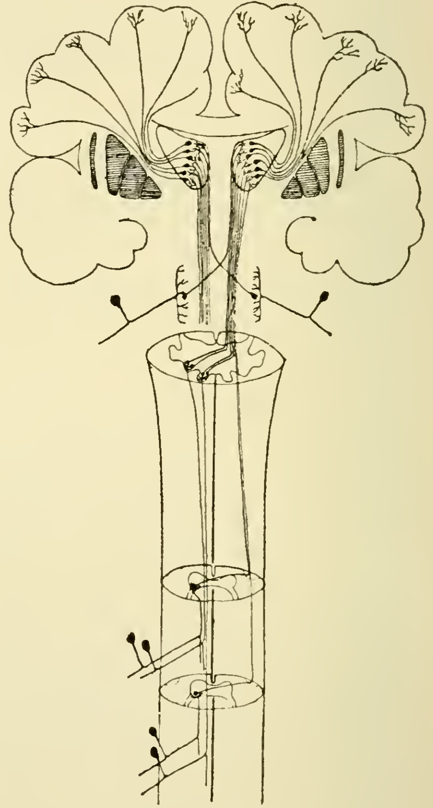


Fig. **545**.

Schéma montrant la disposition et le mode de superposition des neurones de la voie sensitive tactile avec interruption de cette voie dans la couche optique.

2° Les fibres de la voie sensitive centrale se terminent-elles dans les circonvolutions pariéto-occipito-temporales comme le pensent la généralité des auteurs, ou bien, faut-il admettre, avec Flechsig et Hösel, que ces fibres se terminent dans les circonvolutions centrales?

La manière de voir de Flechsig, c'est-à-dire la connexion directe entre

la voie sensitive bulbo-protubérantielle et la corticalité cérébrale, FIG. 544, sans interruption dans la couche optique, a été défendue énergiquement par HÖSEL à l'aide d'observations anatomo-pathologiques; elle a été adoptée par BECHTEREW, EDINGER et OBERSTEINER. Nous l'avons admise nous-même dans la première édition de ces leçons ; elle a été reproduite, tout récemment encore, avec le schéma que nous avons construit, par CHARPY, dans le Traité d'anatomie de POIRIER, et par RAYMOND.

L'opinion de v. MONAKOW, c'est-à-dire l'interruption des fibres de la voie sensitive centrale dans la couche optique, FIG. 545, a été soutenue vigoureusement par MAHAIM : la destruction des fibres de cette voie sensitive entre la couche optique et la substance corticale est suivie de cétte dégénérescence des fibres thalamo-corticales, tandis qu'elle n'entraine que l'atrophie secondaire des fibres du ruban de REIL dans la région bulbo-protubérantielle, preuve que les fibres sensitives sus-thalamiques et sous-thalamiques ne sont pas en continuité directe les unes avec les autres, mais doivent être interrompues dans la couche optique. La manière de voir de v. MONAKOW a été confirmée également par les recherches anatomo-pathologiques de M. et Mme DÉJERINE.

Cette opinion de v. MONAKOW et de MAHAIM est actuellement admise par le plus grand nombre des auteurs. D'ailleurs, ce qui prouve bien que les fibres de la voie sensitive centrale du rhombencéphale doivent se terminer dans la couche optique, c'est que toute lésion destructive de ces fibres survenue dans le myélencéphale ou dans le métencéphale est suivie d'une dégénérescence secondaire ascendante qui s'arrête dans la couche optique et que la destruction des noyaux des faisceaux de GOLL et de BURDACH, faite expérimentalement chez les animaux par VEJAS, SINGER et MÜNZER et par MOTT, entraine la dégénérescence secondaire des fibres de la couche interolivaire jusque dans le diencéphale.

Dans ces derniers temps, une opinion mixte a été mise en avant par HÖSEL et par FLECHSIG. HÖSEL admet l'existence d'un *ruban de Reil thalamique* (Thalamusschleife) à côté d'un *ruban de Reil cortical* (Rindenschleife) se rendant directement du cerveau moyen dans la capsule interne et de là dans l'écorce cérébrale. FLECHSIG a annoncé, dans une courte note récente, la publication d'un travail très étendu sur le trajet et les connexions de la voie sensitive centrale. Nous aurions bien voulu tenir compte de ce travail de FLECHSIG lors de la rédaction de cette leçon, mais, ainsi qu'il résulte d'une communication que le savant professeur de Leipzig a bien voulu nous faire le 22 septembre 1896, son travail, à cette époque, n'avait pas encore été publié. Il résulte cependant, de la courte note déjà publiée, que FLECHSIG admet actuellement qu'une partie des fibres de la voie sensitive centrale se termine dans la partie postérieure du noyau latéral de la couche optique. Les

cellules nerveuses constitutives de cette partie du thalamus envoient leurs prolongements cylindraxiles, par la capsule interne et par la substance blanche des hémisphères cérébraux, jusque dans l'écorce grise de la circonvolution centrale postérieure. Les autres fibres de la voie sensitive ne font que traverser la couche optique pour pénétrer directement dans la capsule interne et se rendre dans les circonvolutions centrales.

Il semble donc établi, dans l'état actuel de la science, qu'une partie au moins des fibres de la voie sensitive tactile sont interrompues dans la couche optique.

Dans quelles régions de l'écorce cérébrale se terminent les fibres de la voie sensitive ou voie tactile?

Tous les auteurs ont toujours admis que, au sortir de la capsule interne, les fibres de la voie sensitive centrale traversaient la substance blanche des hémisphères cérébraux pour aller se terminer dans l'écorce grise qui recouvre les circonvolutions occipito-temporales, et, dans un certain nombre de traités classiques on trouve encore les hémisphères cérébraux divisés en trois zones : une zone antérieure, frontale ou zone intellectuelle; une zone moyenne, rolandique ou zone motrice et une zone postérieure, sphéno-occipitale ou zone sensitive.

Flechsig et Hösel ont été les premiers à combattre cette manière de voir. En s'appuyant sur des observations anatomo-pathologiques, ils admettent que les fibres de la voie sensitive centrale se terminent dans l'écorce grise des circonvolutions centrales. Nous avons vu que, de toutes les fibres constitutives de la substance blanche du télencéphale, les fibres centripètes ou sensitives sont les premières à développer leur gaine de myéline. Au huitième mois de la vie intra-utérine, les fibres sensitives tactiles sont, de toutes les fibres du télencéphale, les seules qui sont entourées d'une gaine de myéline. En se basant sur ses recherches embryologiques. Flechsig a pu établir d'une façon exacte et précise, la terminaison corticale de ces fibres centripètes. D'après lui, ces fibres se terminent principalement dans l'écorce grise qui recouvre toute l'étendue de la circonvolution centrale postérieure et dans la partie voisine de la circonvolution centrale antérieure. C'est même parce que ces fibres tactiles se terminent dans cette région de l'écorce qu'il a donné à celle-ci le nom de sphère tactile.

Les fibres de la voie sensitive tactile se terminent donc dans les régions de l'écorce où se trouvent les cellules d'origine des fibres de la voie motrice tactile.

Littérature.

Kölliker : *Die feinere Bau des verlängerten Markes.* Anatom. Anz., 1891. — H. Held : *Die Endigungsweise der sensiblen Nerven im Gehirn.* Archiv f. Anat. und Phys., Anatom. Abth., 1892. — L. Sala : *Sull' origine del nervo acustico.* Monitore zoologico italiano, 1891. — *Ueber den Ursprung der Nervus acusticus.* Archiv f. mikr. Anat., Bd. XXXXII, 1892. — Cajal : *Origenes del acustico en las aves.* Algunas contribuciones del conocimiento de los ganglios del encefalo, Madrid, 1894. — *Origen del nervio vestibular.* Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos. Madrid, 1895. — Kölliker : *Handbuch der Gewebe'ehre.* Leipzig, 1896. — Cajal : *Origenes del trigemino.* Apuntus para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos, Madrid, 1895. — Mr et Mme Dejerine : *Anatomie des centres nerveux.* Tome I. Paris, 1895. — Forel : *Untersuchungen über die Haubenregion und ihre obere Verknüpfung im Gehirn des Menschen.* Archiv f. Psych. Bd. VII. — v. Monakow : *Zur Kenntniss der Pyramide und Schleife.* Neurolog. Centralbl., 1885. — Flechsig : *Zur Lehre vom centralen Verlauf der Sinnesnerven.* Neurolog. Centralbl., 1886. — Flechsig et Hösel : *Die Centralwindungen ein Central-organ der Hinterstränge.* Neurolog. Centralbl., 1890. — Hösel : *Die Centralwindungen, ein Centralorgan der Hinterstränge und des Trigeminus.* Archiv f. Psychiatrie, Bd. XXIV. — *Ein weiterer Beitrag zur Lehre vom Verlauf der Rindenschleife und centraler Trigeminusfasern beim Menschen.* Archiv f. Psychiatrie, Bd. XXV. Heft I. — Mahaim : *Ein Fall von secundärer Erkrankung des Thalamus opticus und der Regio subthalamica.* Archiv f. Physiatrie, Bd. XXV. Heft II. — Hösel : *In Sachen « Rindenschleife ».* Neurolog. Centralbl., 1893, pp. 576-579. — Mahaim : *Zur Frage « Rindenschleife ».* Neurolog. Centralbl., 1893, pp. 682-684.— Hösel : *Beiträge zur Anatomie der Schleifen.* Neurolog. Centralbl., 1894, pp. 546-549. — Mr et Mme Déjerine : *Sur les connexions du ruban de Reil avec la corticalité cérébrale.* Comptes rendus des séances de la Soc. de Biologie, 1895. — Christfried jacob : *Ein Beitrag zur Lehre vom Scheifenverlauf.* Neurolog. Centralbl., 1895, pp. 308-310. — Flechsig : *Notiz, die « Schleife » betreffend.* Neurolog. Centralbl., 1896, p. 449.

TRENTE-SEPTIÈME LEÇON

La structure générale du système nerveux cérébro-spinal *(Suite).*

La voie sensitive secondaire ou voie cérébelleuse. — Les voies descendantes de la sphère tactile ou voies motrices tactiles : La voie motrice tactile périphérique. Les voies motrices tactiles centrales : La voie motrice principale ou voie cortico-médullaire.

Les voies sensitives tactiles centrales *(Suite).*

La voie sensitive tactile secondaire ou voie cérébelleuse.

Outre la voie sensitive principale reliant les nerfs sensibles périphériques à la sphère tactile de l'écorce cérébrale en traversant, presque en ligne directe, tout l'axe cérébro-spinal, voie dont nous avons étudié les éléments constituants dans notre dernière leçon ; il existe encore, entre l'écorce cérébrale et les nerfs sensibles périphériques, une seconde voie ascendante, à trajet plus complexe, passant par l'écorce cérébelleuse ; c'est la voie sensitive cérébelleuse.

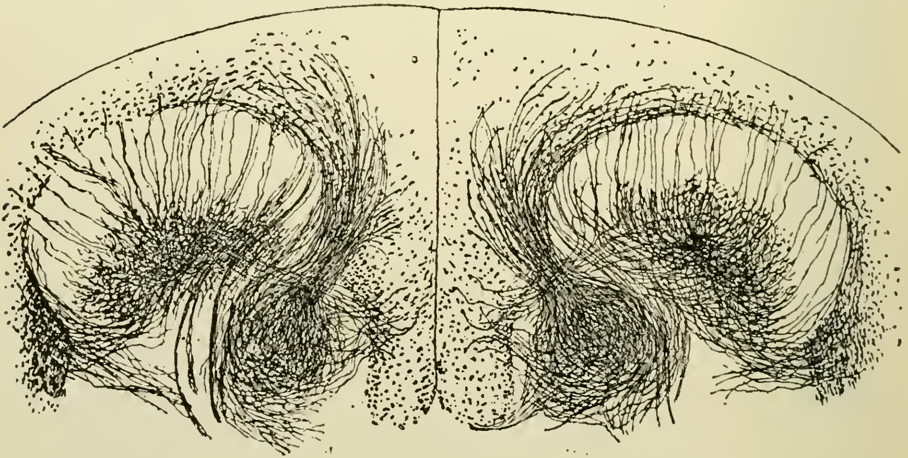


Fig. 546.

Collatérales des fibres du cordon postérieur se terminant dans la colonne de Clarke. Moelle épinière d'un enfant âgé de 7 mois.

Nous avons vu qu'un grand nombre des branches collatérales qui proviennent des fibres des cordons postérieurs de la moelle se terminent dans la colonne de CLARKE, FIG. 546. Les cellules constitutives de cette colonne grise envoient leurs prolongements cylindraxiles dans le faisceau cérébelleux du cordon latéral de la moelle. Ce faisceau monte à travers toute la longueur de la moelle épinière en augmentant constamment de volume par l'adjonction de nouvelles fibres nerveuses venant de la colonne de CLARKE. Ce faisceau cérébelleux est formé de fibres directes en connexion avec les nerfs sensitifs périphériques de la moitié correspondante de la moelle. Arrivé à la partie moyenne du myélencéphale, les fibres de ce faisceau cérébelleux s'inclinent en arrière pour se rendre dans le pédoncule cérébelleux inférieur.

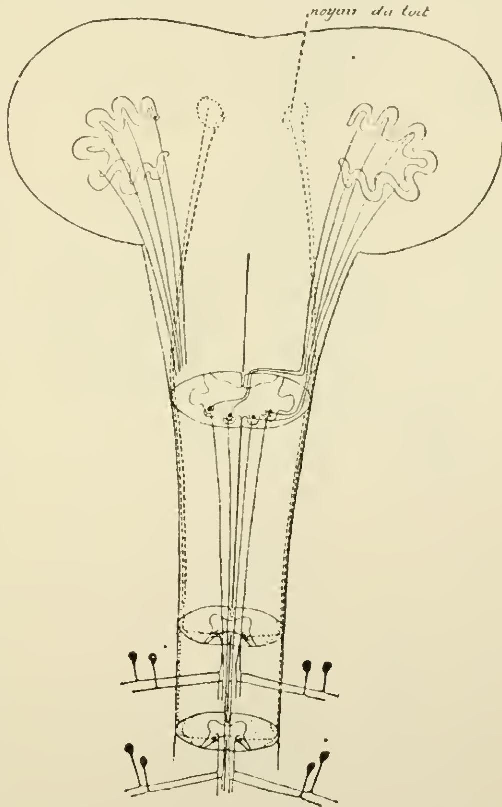


FIG. 547.
Schéma montrant le trajet des fibres sensitives centrales reliant les neurones périphériques sensitifs spinaux aux masses grises cérébelleuses. La terminaison de ces fibres a lieu dans l'écorce cérébelleuse.

Nous avons vu encore que les fibres longues des cordons postérieurs se terminent dans les noyaux des faisceaux de GOLL et de BURDACH, à la partie inférieure du myélencéphale. Les cellules constitutives de ces masses grises envoient, en majeure partie, leurs prolongements cylindraxiles dans le ruban de REIL. Les axones d'un certain nombre d'entre elles cependant vont se rendre, d'une façon directe ou d'une façon croisée, dans le pédoncule cérébelleux inférieur.

Ces fibres sensitives du pédoncule cérébelleux inférieur, FIG. 547, venues soit de la colonne de CLARKE de la moelle épinière, soit des noyaux des faisceaux de GOLL et de BURDACH de la moelle allongée, pénètrent alors dans le cervelet et là vont se terminer, d'après certains auteurs, dans la masse grise de l'olive cérébelleuse et dans le noyau du toit; d'après les recherches de CAJAL et les nôtres, cette terminaison se fait dans la couche

granuleuse et la couche moléculaire de l'écorce cérébelleuse, où les fibres de ce pédoncule vont se mettre en connexion, soit directement, soit par l'intermédiaire des grains de la couche granuleuse, avec les cellules de Purkinje du cervelet.

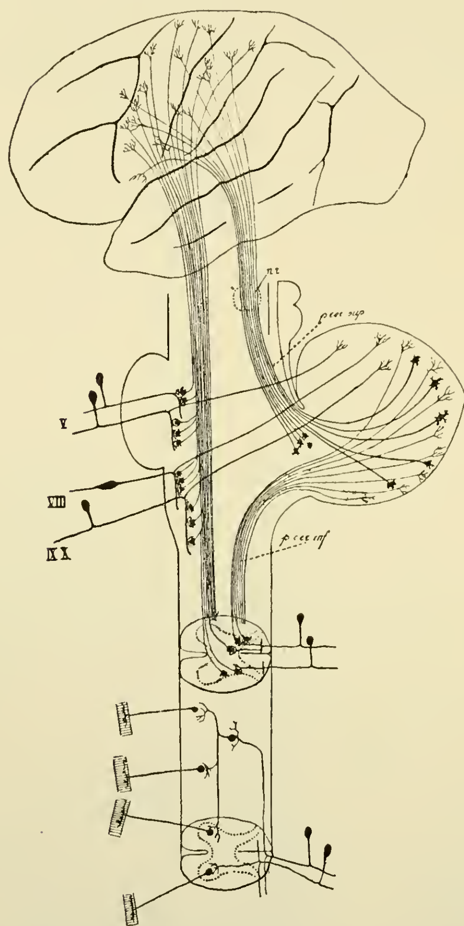


Fig. **548.**
Schéma montrant la constitution des voies ascendantes de la sphère tactile ou voies sensitives tactiles centrales.

Le cervelet est maintenant relié à son tour à l'écorce cérébrale par une voie cérébro-cérébelleuse. Cette voie est croisée : elle relie l'hémisphère cérébral d'un côté à l'hémisphère cérébelleux du côté opposé. Cette connexion croisée explique ce fait anatomo-pathologique bien connu, c'est que l'atrophie considérable d'un hémisphère cérébral est toujours accompagnée d'une atrophie de l'hémisphère cérébelleux du côté opposé.

Ces connexions cortico-cérébelleuses sont encore loin d'être nettement établies. En nous basant sur les résultats fournis par les observations cliniques et anatomo-pathologiques publiées dans la littérature, ainsi que sur les résultats des recherches expérimentales faites sur les animaux, nous croyons pouvoir admettre, entre l'écorce cérébrale d'un côté et l'écorce cérébelleuse du côté opposé :

1° L'existence d'un faisceau descendant cérébro-cérébelleux — faisceau moteur passant par le pied du pédoncule cérébral et par le pédoncule cérébelleux moyen — que nous étudierons plus tard avec les voies longues descendantes de la sphère tactile.

2° L'existence d'un faisceau ascendant cérébello-cérébral — faisceau sensitif passant par les pédoncules cérébelleux supérieurs, les noyaux rouges

et les couches optiques — dont nous allons rechercher ensemble l'origine, le trajet et la terminaison.

Vous vous rappelez que les pédoncules cérébelleux supérieurs représentent deux faisceaux épais de fibres nerveuses reliant l'hémisphère cérébelleux d'un côté au noyau rouge et à la couche optique du côté opposé.

L'entrecroisement de ces fibres se fait dans le cerveau moyen. D'après les recherches de Marchi et de Mahaim, cet entrecroisement n'est pas complet : une partie des fibres de chaque pédoncule se met en connexion avec le noyau rouge et avec la couche optique du côté correspondant.

Une question encore soumise à discussion est celle de savoir de quelle nature sont les fibres constitutives des pédoncules supérieurs du cervelet.

Forel et Laufer, Gudden, Vejas, Mingazzini, Mahaim, Mr et Mme Déjerine et bien d'autres auteurs encore, se basant sur des observations anatomo-pathologiques et sur des recherches expérimentales, admettent que les fibres de ces pédoncules sont des *fibres descendantes* provenant des cellules constitutives du noyau externe de la couche optique et du noyau rouge pour se terminer à la fois dans le noyau denté du cervelet et dans l'écorce grise cérébelleuse. Mingazzini admet de plus que l'écorce cérébrale est reliée à la partie postérieure de la couche optique par des fibres descendantes ayant leurs cellules d'origine dans l'écorce; de telle sorte que, par l'intermédiaire de ces neurones superposés : cortico-thalamiques, thalamo-rubriques et rubro-cérébelleux, il se formerait une voie descendante, motrice, par l'intermédiaire de laquelle le cerveau peut réagir sur le cervelet. Mr et Mme Déjerine admettent aussi l'existence de cette voie descendante, mais, pour eux, elle serait double : l'une, passant par la couche optique, serait formée de quatre neurones superposés : neurones cortico-thalamiques, thalamo-rubriques, rubro-cérébelleux (reliant le noyau rouge à l'olive cérébelleuse) et neurones cérébelleux (reliant l'olive à la couche corticale du cervelet); l'autre, ne passant pas par la couche optique, serait formée de trois neurones : cortico-rubriques, rubro-cérébelleux et cérébelleux.

Ce qui plaide contre la manière de voir des auteurs précités, c'est que Marchi et Cajal ont obtenu, à la suite de l'extirpation de régions limitées de l'écorce cérébelleuse, la dégénérescence ascendante des fibres du pédoncule cérébelleux supérieur ; de plus, avec la méthode de Golgi, Cajal a pu poursuivre directement les prolongements cylindraxiles des cellules de l'olive cérébelleuse jusque dans le pédoncule supérieur du cervelet.

Les fibres des pédoncules cérébelleux supérieurs doivent donc être, au moins en majeure partie, des fibres ascendantes, sensitives, ayant leur origine dans les cellules du noyau denté et dans les cellules de Purkinje de l'écorce du cervelet et allant se terminer dans le noyau rouge et dans la partie postérieure de la couche optique.

Ce qui plaide en faveur de cette manière de voir c'est que, à côté de cette voie ascendante, il existe encore, entre l'écorce cérébrale et l'écorce cérébelleuse, une autre voie, manifestement descendante ou motrice, dont les fibres ont leurs cellules d'origine dans l'écorce cérébrale et se terminent dans l'écorce cérébelleuse.

Enfin, d'après les recherches de Flechsig, les fibres des pédoncules cérébelleux supérieurs développent leur gaine de myéline au huitième mois de la vie intra-utérine en même temps que les fibres de la voie sensitive centrale ; c'est-à-dire à une époque où aucune fibre motrice d'origine corticale ne s'est encore myélinisée.

De toutes ces recherches nous concluons que les fibres des pédoncules cérébelleux supérieurs constituent, au moins par la majeure partie de leurs fibres, une voie ascendante, centripète ou sensitive reliant le noyau denté et l'écorce grise cérébelleuse au noyau rouge, à la couche optique et à la sphère tactile de l'écorce cérébrale. Nous appellerons cette voie ascendante la voie *cérébello-cérébrale*. Cette voie est croisée : la plus grande partie de ses fibres constitutives passent la ligne médiane dans la région de la calotte du cerveau moyen, au devant des éminences postérieures des tubercules quadrijumeaux. Cet entrecroisement n'est pas complet ; une petite partie des fibres de chaque pédoncule se met en connexion avec le noyau rouge, la couche optique et l'écorce cérébrale du côté correspondant.

Cette voie cérébello-cérébrale n'est que la continuation vers le cerveau terminal de la voie ascendante médullo-cérébelleuse qui relie les terminaisons des nerfs sensibles périphériques à l'écorce du cervelet.

Nous avons vu, en effet, que les fibres médullaires qui entrent dans la constitution des pédoncules cérébelleux inférieurs se terminent dans l'écorce du cervelet où elles se mettent en connexion avec les cellules de Purkinje. Celles-ci envoient, au moins en partie, leurs axones soit directement dans le pédoncule cérébelleux supérieur correspondant, soit dans l'olive cérébelleuse du même côté ; olive d'où partent des fibres pour le pédoncule supérieur.

La voie ascendante, sensitive, qui relie les terminaisons des nerfs sensibles périphériques à l'écorce cérébrale en passant par l'écorce cérébelleuse est donc une voie excessivement complexe, fig. 548 ; elle se constitue d'une longue chaine de neurones superposés : neurones sensibles périphériques, neurones médullo-cérébelleux, neurones cérébello-olivaires, neurones cérébello- et olivo- rubriques et thalamiques, neurones rubrico- et thalamo-corticaux. Cette constitution complexe de cette voie ascendante en augmente l'importance ; elle nous prouve qu'elle ne sert pas uniquement à transmettre les excitations périphériques à l'écorce cérébrale. Nous la croyons principalement destinée à transmettre ces excitations périphériques à diverses parties importantes du névraxe d'où partent alors des fibres descendantes ou motrices par lesquelles l'organisme peut répondre, par voie réflexe, à ces excitations du dehors : d'abord à l'écorce cérébelleuse d'où partent des fibres descendantes (cérébello-spinales) allant se mettre en connexion avec les cellules d'origine des nerfs moteurs périphériques,

puis à la couche optique qui doit, à notre avis, être également une masse grise importante donnant origine à des fibres descendantes. Cette voie sensitive complexe servirait donc avant tout aux mouvements réflexes.

Il est évident, à priori, qu'une connexion cérébello-cérébrale doit exister aussi pour les nerfs sensitifs craniens. Mais, jusqu'ici, les recherches anatomiques n'ont pas encore établi quelles sont les fibres qui relient les noyaux terminaux de ces nerfs périphériques aux masses grises cérébelleuses. Nous avons vu cependant que, d'après les recherches de Cajal et les nôtres, les branches ascendantes, qui proviennent de la bifurcation des fibres du nerf vestibulaire, se rendent dans le noyau du toit et dans l'écorce cérébelleuse par le faisceau acoustico-cérébelleux. De plus, nous avons vu, chez l'embryon de poulet, un certain nombre des branches de bifurcation ascendantes des fibres sensitives du trijumeau pénétrer dans le cervelet sans que nous ayons pu les poursuivre jusqu'à leur terminaison. Ces quelques faits semblent prouver que, à côté de la voie médullo-cérébelleuse qui relie les nerfs sensitifs de la moelle épinière à l'écorce cérébelleuse, il existe encore une voie bulbo- et ponto-cérébelleuse reliant aux cellules de Purkinje du cervelet les nerfs sensitifs qui dépendent de la moelle allongée et de la protubérance annulaire.

Les voies descendantes ou voies motrices tactiles.

Les fibres qui constituent ces voies longues ont pour fonction de transmettre les excitations motrices de l'écorce cérébrale jusque dans les muscles périphériques.

Considérées dans leur forme la plus simple, les voies motrices sont constituées de deux parties superposées, dont l'une est *centrale* et dont l'autre est *périphérique.*

La *partie centrale* est formée de fibres nerveuses qui ont leurs cellules d'origine dans l'écorce grise des hémisphères cérébraux et qui vont se terminer dans un des noyaux d'origine réelle des nerfs moteurs périphériques. Ces neurones moteurs des centres ont leurs cellules d'origine dans les parties grises supérieures, leurs prolongements protoplasmatiques sont ascendants, leur prolongement cylindraxile est descendant et va se terminer dans une masse grise située plus bas. Ils ne sortent pas de l'axe-nerveux; aussi les appelle-t-on pour ce motif *neurones moteurs cérébro-spinaux.*

Tous les neurones moteurs cérébro-spinaux réunis constituent les *voies motrices centrales* ou *voies cortico-médullaires.*

Le *partie périphérique* est formée de neurones qui ont leurs cellules d'origine dans une des différentes masses grises qui constituent les noyaux d'origine réelle des nerfs moteurs périphériques et qui vont se terminer dans les muscles périphériques. La cellule d'origine est centrale, les prolongements protoplasmatiques se terminent également dans l'axe nerveux, tandis que le prolongement cylindraxile sort de cet axe pour se terminer dans les organes périphériques. On pourrait appeler les neurones constitutifs de cette partie périphérique : *neurones moteurs centro-musculaires.*

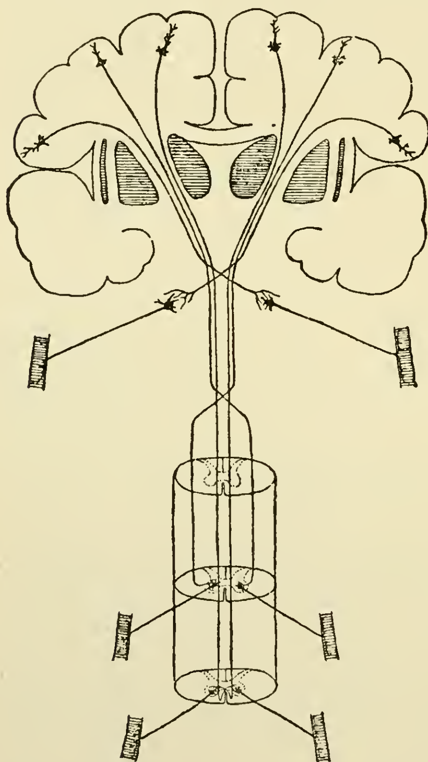


Fig. 549.

Schéma montrant le mode de superposition des neurones moteurs. Le neurone central est croisé ; le neurone périphérique est direct.

L'ensemble des neurones moteurs périphériques ou centro-musculaires constitue la *voie motrice périphérique.*

Les neurones de ces deux parties sont superposés les uns aux autres, de telle façon que le neurone central vient en contact, par ses ramifications cylindraxiles, avec les prolongements protoplasmatiques et avec le corps cellulaire du neurone périphérique, FIG. 549.

Un fait de la plus haute importance mérite tout spécialement d'attirer votre attention. Tous les *neurones moteurs centraux* ont leurs cellules d'origine dans l'écorce grise d'un hémisphère cérébral et se mettent en connexion, soit directement, soit par des neurones superposés, avec les noyaux d'origine des nerfs moteurs périphériques qui proviennent du *côté opposé* de l'axe cérébro-spinal. *Les prolongements cylindraxiles des éléments nerveux moteurs des centres passent donc la ligne médiane en un point quelconque de l'axe nerveux et s'y entrecroisent avec les prolongements cylindraxiles des neurones cérébro-spinaux du côté opposé. La voie motrice centrale est croisée.* C'est là une disposition générale à laquelle on ne connaît aucune exception. L'hémisphère cérébral du côté gauche est en connexion avec les noyaux moteurs des nerfs périphériques du côté droit, et l'hémisphère cérébral du côté droit agit sur les noyaux moteurs des nerfs périphériques du côté gauche.

Pour les *neurones moteurs périphériques* ou *centro-musculaires*, la disposition n'est pas la même. Ces éléments nerveux ont, au contraire, au moins dans l'immense majorité des cas, leurs cellules d'origine dans les noyaux gris d'une moitié de l'axe nerveux et ils se mettent en connexion, par leurs prolongements cylindraxiles, avec les muscles périphériques de la *même moitié* du corps. *Les prolongements cylindraxiles des éléments nerveux centro-musculaires se rendent donc directement du centre à la périphérie sans passer par la ligne médiane. La voie motrice périphérique est directe.*

Cette disposition se trouve réalisée pour tous les neurones moteurs périphériques qui dépendent de la moelle épinière.

On la retrouve encore pour les neurones moteurs des nerfs craniens, mais ici elle présente des exceptions importantes :

1° Les fibres radiculaires du nerf oculo-moteur commun, du nerf trijumeau, du nerf facial, du nerf vague et du nerf glosso-pharyngien présentent un entrecroisement partiel, en ce sens, que la plus grande partie de leurs fibres viennent du noyau d'origine situé dans la moitié correspondante du tronc cérébral, tandis qu'une faible partie de ces mêmes fibres passent par la ligne médiane et viennent du noyau d'origine du côté opposé, FIG. 550.

Vous le savez; les nerfs oculo-moteurs communs innervent tous les muscles des cavités orbitaires et des globes oculaires à l'exception du muscle grand oblique et du muscle droit externe; les deux nerfs trijumeaux apportent la motilité à tous les muscles de la mastication; le nerf facial innerve, de chaque côté, tous les muscles superficiels de la face et du cou, les deux nerfs vagues innervent principalement les muscles du pharynx, du larynx, de l'œsophage et de l'estomac; les nerfs glosso-pharyngiens donnent des fibres d'innervation au muscle du pharynx.

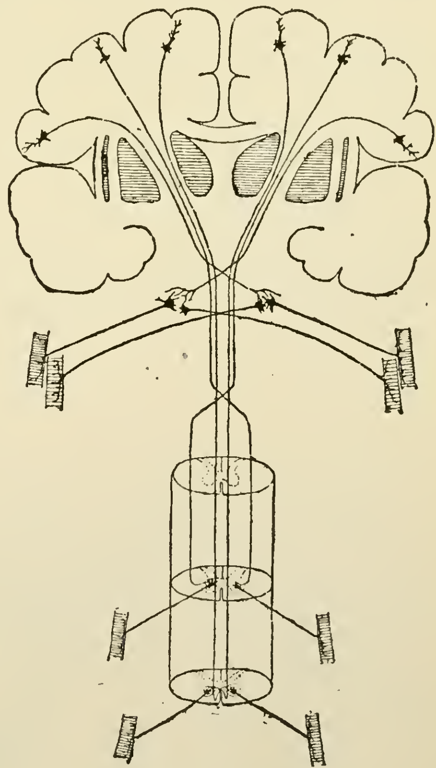


FIG. 550.

Schéma montrant le mode de superposition des neurones moteurs.

Les neurones centraux sont toujours *croisés*, les neurones périphériques spinaux sont toujours *directs;* les neurones périphériques de quelques nerfs craniens sont, les uns, croisés et, les autres, directs.

Or, tous ces muscles périphériques, dans les conditions ordinaires de la vie, travaillent toujours ensemble des deux côtés du corps. Ce travail d'ensemble trouve en grande partie son explication dans la disposition anatomique que nous venons de signaler.

Il nous est facile de mouvoir certains de nos muscles du membre supérieur ou du membre inférieur d'un côté du corps, sans que la moindre contraction musculaire se produise dans les muscles correspondants du membre du côté opposé, et cela, parce que toutes les fibres nerveuses, qui innervent les muscles d'un membre du côté gauche par exemple, proviennent de cellules nerveuses situées dans la corne grise antérieure de la moitié correspondante de la moelle.

Il nous serait moins facile, au contraire, de ne contracter que les muscles d'un seul globe oculaire, d'une seule moitié de la face, d'un seul de nos deux groupes de muscles masticateurs, d'une moitié des organes innervés par le nerf vague et le nerf glosso-pharyngien, sans qu'une contraction ne se produise dans l'un ou l'autre muscle du groupe du côté opposé, et cela, parce que, en agissant sur les cellules radiculaires d'un seul de ces nerfs périphériques, nous amenons des contractions musculaires, non seulement dans les muscles périphériques du côté correspondant au noyau excité, mais encore dans les muscles du côté opposé. Les fibres radiculaires qui proviennent de ce noyau se rendent, en effet, d'une façon inégale il est vrai, dans les muscles des deux moitiés du corps.

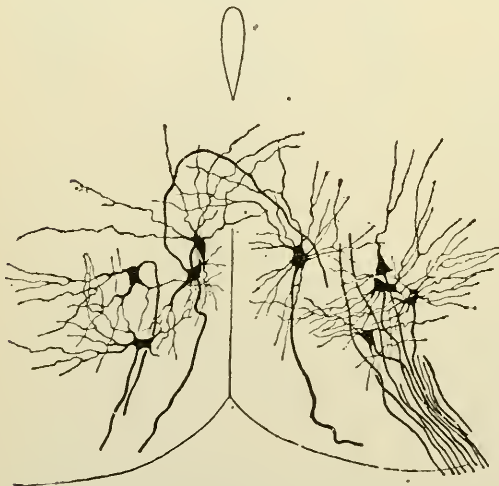


Fig. 551.
Cellules radiculaires du nerf hypoglosse chez l'embryon d'un poulet.

C'est là le fait anatomique.

Quant à la raison d'être de cet entrecroisement partiel des fibres radiculaires de certains nerfs craniens, nous ne pouvons émettre que des hypothèses. Peut-être cet entrecroisement a-t-il pour but de régulariser d'une façon plus précise les mouvements d'ensemble des muscles des deux globes oculaires, des muscles de la face, des muscles de la mastication, du pharynx, du larynx, de l'œsophage et de l'estomac.

2° Outre ces cinq paires de nerfs craniens pour lesquels un entrecroisement partiel des fibres radiculaires a pu être constaté directement

par des recherches anatomiques, il y a d'autres nerfs qui ont absolument le même mode de distribution périphérique, c'est-à-dire qui sont destinés à innerver les muscles d'organes médians ne se contractant, dans les circonstances ordinaires de la vie, que sous l'influence des nerfs des deux côtés du corps : tels le nerf grand hypoglosse se terminant dans les muscles intrinsèques de la langue et la portion bulbaire du nerf accessoire de Willis, laquelle se jette tout entière dans le nerf pneumo-gastrique. Des recherches physiologiques ont établi que les fibres motrices du nerf pneumo-gastrique qui innervent le muscle constricteur supérieur du pharynx, qui se rendent, par le nerf laryngé inférieur, dans les muscles du larynx et celles qui excercent une action d'arrêt sur le cœur, proviennent en réalité du nerf spinal.

Pour ces deux paires de nerfs craniens, on n'a pas encore signalé d'entrecroisement partiel de leurs fibres constitutives.

Nous avions cru, dans la première édition de ces leçons, pouvoir admettre un entrecroisement partiel des fibres radiculaires du nerf de la douzième paire en nous basant sur l'examen de la fig. 551 ; mais nous avons vu antérieurement que la fibre qui, dans cette figure, croise la ligne médiane, pourrait bien ne pas être une fibre radiculaire du nerf hypoglosse.

3° Le nerf oculo-moteur externe et le nerf pathétique occupent à eux deux une place tout à fait distincte dans la série des nerfs craniens.

Le nerf oculo-moteur externe ne renferme que des fibres radiculaires directes.

Le nerf pathétique, au contraire, ne renferme que des fibres radiculaires croisées.

En résumé donc, les fibres constitutives des *nerfs spinaux* ont leurs cellules d'origine dans la substance grise de la *moitié correspondante* de la moelle ; les fibres constitutives des *nerfs craniens* proviennent, pour la plus grande partie, des noyaux d'origine du *même côté* du tronc cérébral, pour une faible partie, des noyaux d'origine du *côté opposé*. Il n'y a d'exception, à cette disposition générale, que pour le nerf pathétique, où toutes les fibres sont croisées, et pour le nerf oculo-moteur externe, le nerf hypoglosse et le nerf accessoire dont toutes les fibres sont directes.

La voie motrice tactile ou voie cortico-musculaire se compose donc, dans sa forme la plus simple, d'un neurone cérébro-spinal toujours croisé appartenant à la voie motrice centrale et d'un neurone centro-musculaire le plus souvent direct appartenant à la voie motrice périphérique.

Pour connaître cette voie, il nous suffira de décrire :

1° Les neurones moteurs centraux, c'est-à-dire la place exacte occupée dans l'écorce grise du cerveau terminal par les cellules d'origine des neurones cérébro-spinaux et le trajet que suivent leurs prolongements cylindraxiles pour aller de l'écorce grise aux noyaux d'origine des nerfs périphériques. C'est la voie motrice tactile principale.

2° Les neurones moteurs périphériques ou centro-musculaires, c'est-à-dire l'endroit où les éléments nerveux qui constituent les nerfs moteurs périphériques ont leurs cellules d'origine dans l'axe cérébro-spinal et le trajet que suivent leurs prolongements cylindraxiles pour se rendre de l'axe nerveux dans les muscles périphériques. C'est la voie motrice tactile périphérique.

La voie motrice tactile périphérique.

Nous commencerons par les neurones moteurs périphériques. Vous les connaissez. Nous avons vu en détail le trajet périphérique des différents nerfs qui dépendent de l'axe cérébro-spinal et nous avons vu également la position exacte des masses grises dans lesquelles ces nerfs périphériques ont leurs cellules d'origine.

A) *Neurones spinaux.*

Vous savez que les *nerfs spinaux* proviennent de la moelle épinière. Ils sont au nombre de 31 paires. Leurs cellules radiculaires sont tellement nombreuses que les noyaux d'origine des différents nerfs se fusionnent les uns avec les autres et forment, sur toute la longueur de la moelle épinière, la corne antérieure ou colonne antérieure grise. De ces cellules radiculaires partent des prolongements cylindraxiles dont les uns, le plus grand nombre, sortent par le sillon collatéral antérieur de la moelle et deviennent cylindre-axes des fibres des racines antérieures ; dont les autres, en nombre beaucoup plus faible, sortent par le sillon collatéral postérieur de la moelle et deviennent cylindre-axes de quelques fibres des racines postérieures.

B) *Neurones cérébraux.*

Les *nerfs cérébraux*, au nombre de 12 paires, proviennent tous de l'encéphale. Il y a trois nerfs exclusivement sensitifs : le nerf olfactif, le nerf optique et le nerf acoustique, qui n'ont aucun rapport avec les

fibres de la voie motrice. Il y a cinq nerfs exclusivement moteurs : le nerf oculo-moteur commun, le nerf pathétique, le nerf oculo-moteur externe, le nerf accessoire de Willis et le nerf grand hypoglosse. Enfin, il y a quatre paires de nerfs mixtes : le nerf trijumeau, le nerf facial (en considérant le nerf de Wrisberg comme sa racine sensitive) le nerf glosso-pharyngien et le nerf pneumo-gastrique. Nous devons donc étudier l'origine réelle et le trajet périphérique des nerfs moteurs et de la partie motrice des quatre nerfs mixtes. Cette origine et ce trajet périphérique, vous les connaissez. Contrairement à ce que l'on observe dans la moelle épinière, où les noyaux moteurs sont tellement nombreux qu'ils se fusionnent en une masse grise unique, nous trouvons, pour les nerfs craniens, des noyaux d'origine indépendants les uns des autres et situés à des endroits différents de la moelle allongée, de la protubérance annulaire et du cerveau moyen, fig. **552**.

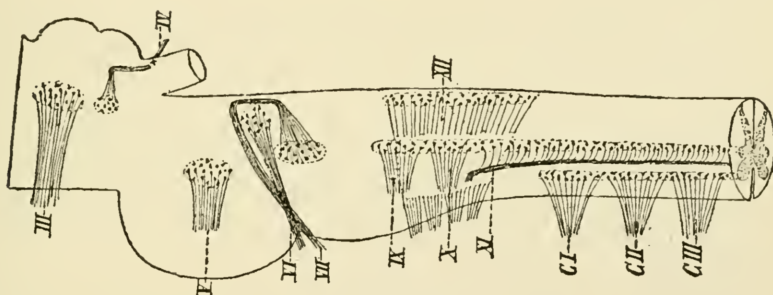


Fig. **552**.
Schéma montrant l'origine réelle des nerfs craniens et rachidiens.

Le *nerf oculo-moteur commun* a son origine réelle dans une masse grise volumineuse située dans le cerveau moyen, au-devant de l'aqueduc de Sylvius, au niveau des éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux. Il sort de l'axe nerveux par la face interne du pédoncule cérébral. Ses fibres radiculaires sont en grande partie des fibres directes; quelques-unes seulement sont croisées.

Le *nerf pathétique* provient de l'isthme du rhombencéphale, d'une petite masse grise située au-devant de l'aqueduc de Sylvius, au niveau des éminences postérieures des tubercules quadrijumeaux. Ses fibres s'entrecroisent dans la valvule de Vieussens et sortent de l'axe cérébro-spinal par la face postérieure du cerveau moyen, de chaque côté du frein de cette valvule.

Les cellules radiculaires du *nerf oculo-moteur externe* sont situées profondément dans la protubérance annulaire, dans le voisinage immédiat du plancher du quatrième ventricule, au niveau des éminences rondes.

Les fibres radiculaires directes qui constituent ce nerf sortent du tronc cérébral au-dessus des pyramides antérieures du bulbe, dans le sillon horizontal qui sépare le bulbe de la protubérance annulaire.

Le *nerf accessoire de Willis* a son noyau d'origine, pour les fibres de la portion bulbaire, dans la partie inférieure du noyau ambigu; pour les fibres de sa portion spinale, dans la corne latérale de la moelle cervicale supérieure. Il quitte le tronc cérébral par la partie inférieure du sillon collatéral postérieur du bulbe.

Les fibres du *nerf grand hypoglosse* proviennent d'une masse grise volumineuse située au-devant du canal central, dans la partie moyenne de la moelle allongée, et, de chaque côté du raphé, dans le triangle inférieur du plancher du quatrième ventricule. Les fibres radiculaires directes sortent de la moelle allongée par le sillon longitudinal qui sépare la pyramide antérieure de l'olive.

La partie motrice du *nerf trijumeau* provient de la protubérance annulaire. Elle renferme des fibres qui proviennent du noyau masticateur situé dans la profondeur du pont de Varole et des fibres venant du mésencéphale par la racine supérieure, cérébrale ou motrice de ce nerf. Ces dernières sont toutes des fibres directes, tandis que les fibres dépendant du noyau masticateur sont des fibres directes et des fibres croisées. La racine motrice de ce nerf quitte l'axe nerveux sur la partie latérale de la face antérieure de la protubérance annulaire.

Les cellules radiculaires de la partie motrice du *nerf facial inférieur* forment un noyau volumineux dans la profondeur de la protubérance annulaire. Ses fibres radiculaires, en majeure partie directes, contournent le noyau d'origine du nerf de la sixième paire et sortent par le sillon horizontal séparant la protubérance annulaire de la moelle allongée. On ignore encore où se trouvent les cellules d'origine des fibres constitutives du *nerf facial supérieur*.

Le *nerf glosso-pharingien* et le *nerf pneumo-gastrique* renferment tous les deux des fibres motrices provenant de la partie supérieure et de la partie moyenne du noyau ambigu. Elles sortent du bulbe par la partie supérieure du sillon latéral postérieur. Ces fibres sont en majeure partie directes et en petite partie croisées.

Les voies motrices tactiles centrales.

Les neurones moteurs périphériques étant connus, il nous reste encore à étudier les neurones moteurs des centres, c'est-à-dire les éléments nerveux

moteurs qui ont pour fonction de relier l'écorce grise des hémisphères cérébraux aux cellules radiculaires des neurones moteurs périphériques.

Cette connexion entre l'écorce cérébrale et les noyaux d'origine des nerfs moteurs périphériques s'établit par deux voies distinctes : une voie principale cortico-médullaire et une voie secondaire ou voie cérébelleuse.

La voie motrice principale.

La voie motrice principale relie, en ligne presque directe, l'écorce cérébrale d'un hémisphère aux noyaux moteurs de la moitié opposée du névraxe. Les éléments nerveux qui constituent cette voie ont leurs cellules d'origine dans l'écorce grise des hémisphères cérébraux. Leurs prolongements cylindraxiles deviennent les cylindres-axes des fibres nerveuses constitutives de la substance blanche de l'axe cérébro-spinal. Ils traversent la substance blanche de chaque hémisphère cérébral, passent par la capsule interne, parcourent le pied du pédoncule cérébral, la partie ventrale de la protubérance annulaire et la face antérieure de la moelle allongée, pour pénétrer dans la moelle épinière dans laquelle on peut les poursuivre jusque dans la région lombaire et même dans la région sacrée. Pendant son trajet dans la partie inférieure de l'axe cérébro-spinal, depuis la moelle allongée jusqu'à l'extrémité inférieure de la moelle épinière, ce faisceau de fibres nerveuses porte plus spécialement le nom de *faisceau pyramidal*, FIG. 553.

Ce faisceau moteur conserve le même volume depuis l'écorce cérébrale jusqu'au commencement du cerveau moyen. Au contraire, en traversant les pédoncules cérébraux, le pont de VAROLE, le myélencéphale et la moelle épinière, ce faisceau diminue rapidement de volume de haut en bas, parce que, au fur et à mesure qu'il descend dans l'axe nerveux, il rencontre les noyaux d'origine des nerfs moteurs périphériques, auxquels il abandonne successivement toutes ses fibres constitutives, FIG. 553.

Nous devons rechercher maintenant, d'une façon plus précise, la position exacte de cette voie motrice dans les différentes régions de l'axe nerveux.

Cerveau terminal et cerveau intermédiaire. Les fibres de la voie motrice principale ont donc leurs cellules d'origine dans l'écorce grise des hémisphères cérébraux. Ces cellules occupent, dans cette couche corticale, une zone nettement déterminée, appelée *zone motrice de Charcot*. Celle-ci est située autour de la fissure de ROLANDO et correspond à l'écorce grise de la circonvolution centrale antérieure, de la circonvolution centrale postérieure,

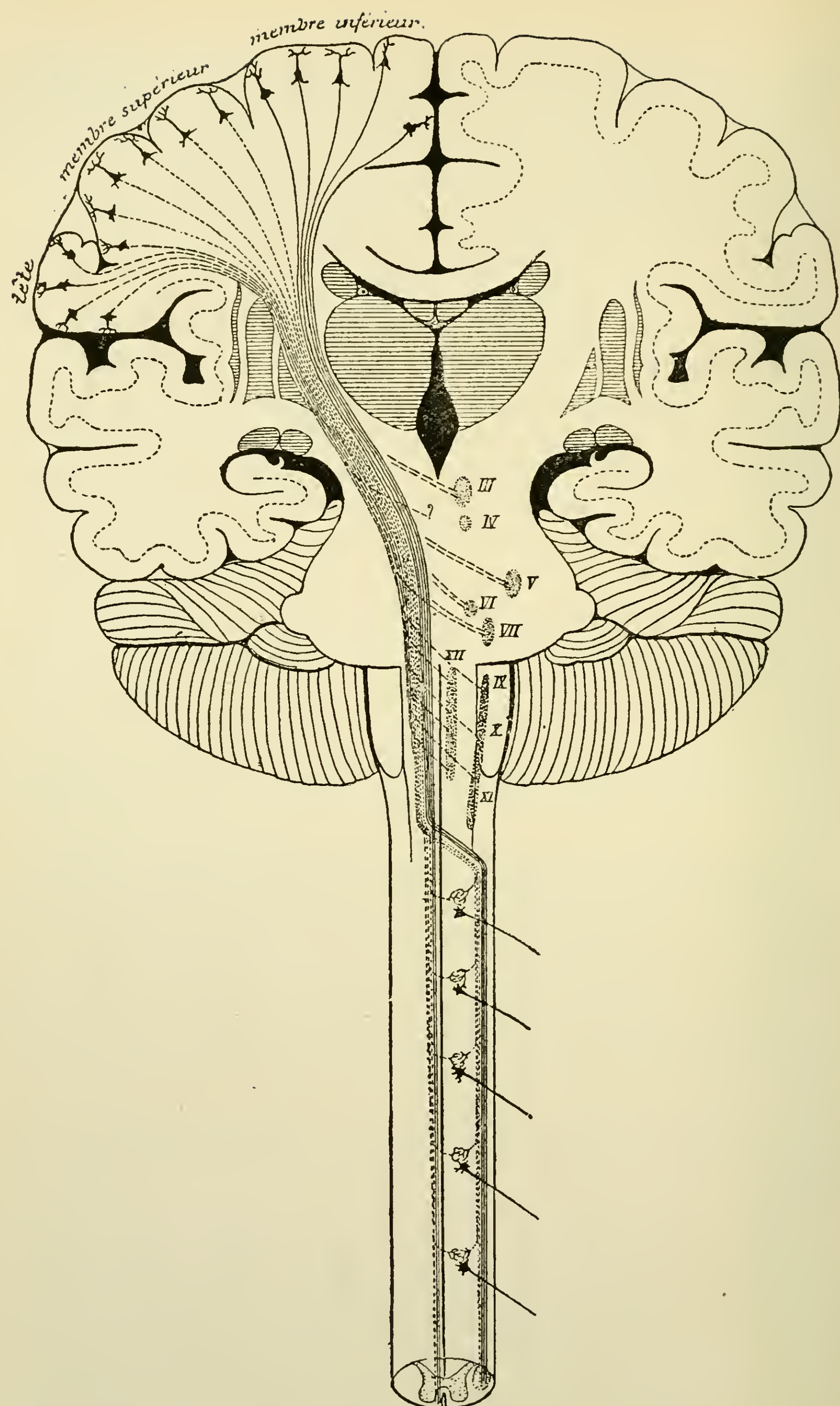


Fig. **553.**
Schéma de la voie motrice tactile principale.

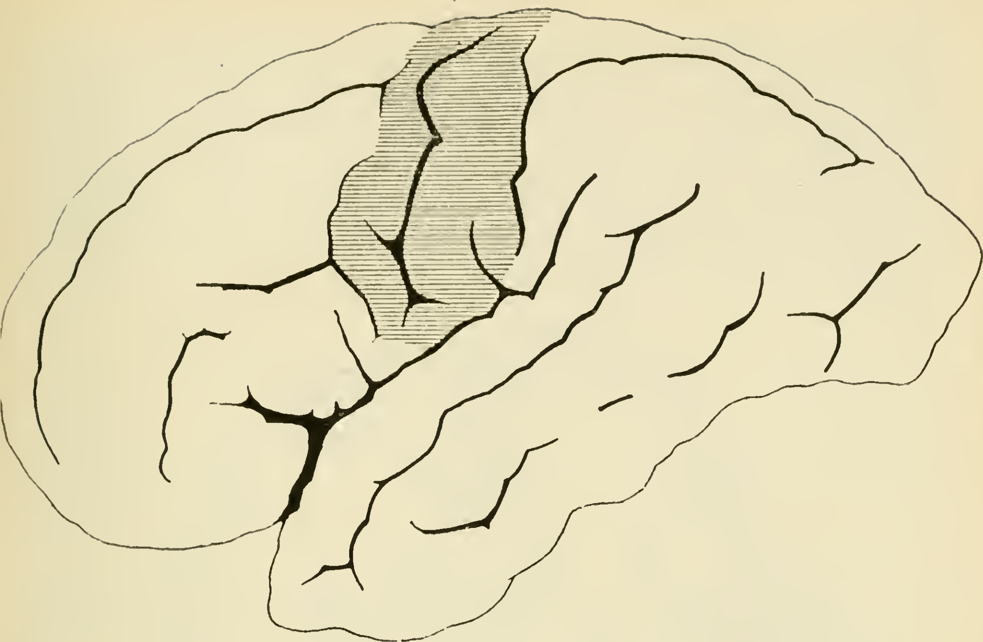


Fig. **554.**

La face externe de l'hémisphère cérébral gauche.
La partie ombrée indique la situation de la zone motrice de Charcot ou zone motrice principale.

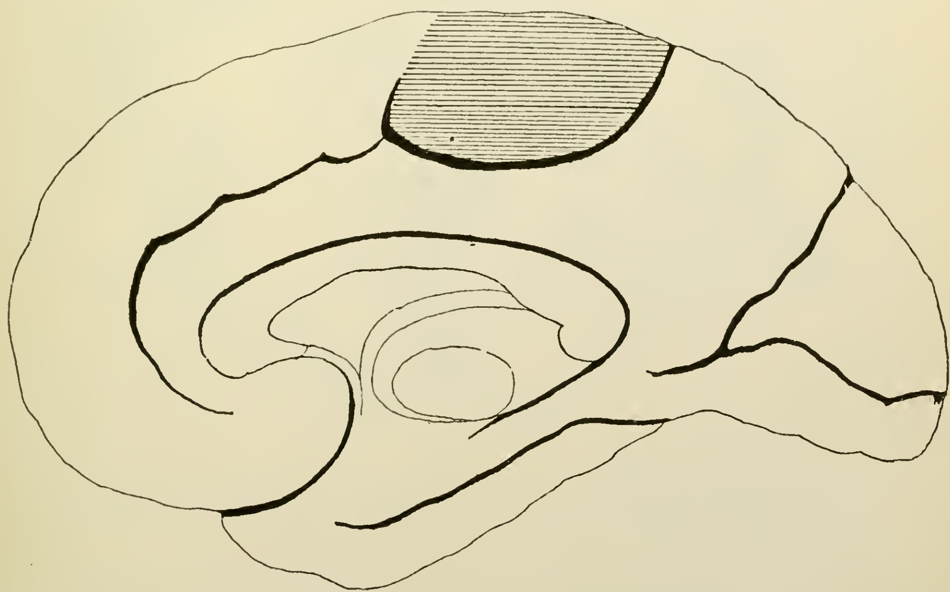


Fig. **555.**

La face interne de l'hémisphère cérébral droit; la partie ombrée indique la position du lobule paracentral.

du lobule paracentral et de la partie voisine des circonvolutions frontales. Cette zone motrice de Charcot correspond en grande partie à la sphère tactile de Flechsig, fig. 554 et 555. Vous savez que l'écorce grise de tout l'hémisphère cérébral est formée essentiellement de cellules triangulaires ou pyramidales. Les prolongements cylindraxiles des cellules pyramidales de la zone motrice deviennent, en majeure partie, les cylindres-axes des fibres constitutives de la voie motrice principale.

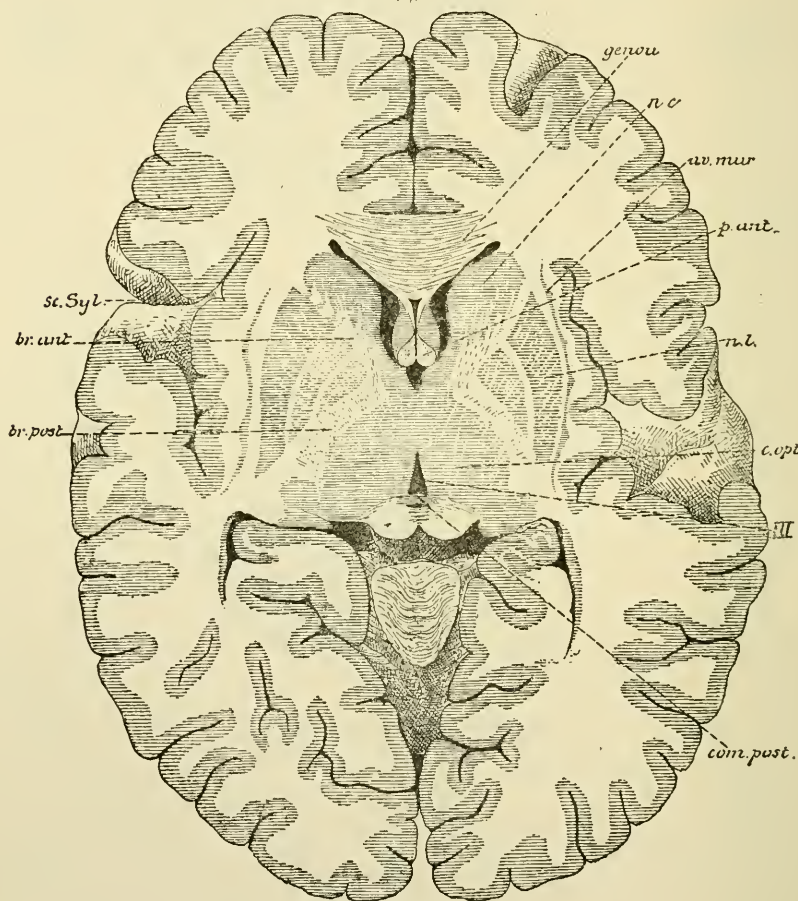


fig. 556.
Section horizontale du cerveau terminal montrant la position de la capsule interne et ses rapports avec les ganglions de la base. Gr. nat. 2/3.

Cette zone motrice elle-même se laisse subdiviser en zones plus restreintes, qui n'ont guère de limites précises et qui se continuent insensiblement l'une dans l'autre : le tiers inférieur de la circonvolution centrale antérieure sert de centre aux fibres motrices qui vont se terminer dans le noyau du facial inférieur et dans le noyau de l'hypoglosse.

Dans le tiers moyen des deux circonvolutions centrales se trouvent les cellules d'origine des fibres motrices destinées à se mettre en connexion avec les noyaux d'origine des n rfs du membre supérieur. Enfin, de l'écorce grise qui recouvre la partie supérieure des deux circonvolutions centrales et le lobule paracentral partent les fibres motrices qui se terminent dans la corne antérieure de la moelle lombo-sacrée, d'où partent les nerfs des membres inférieurs.

D'après Raymond et Artaud, l'origine corticale de l'hypoglosse se trouverait dans le pied de la circonvolution centrale antérieure, tandis que le centre cortical des mouvements de la face se trouverait dans la partie inférieure de la circonvolution centrale postérieure. Déjerine admet que le centre cortical laryngé occupe la partie inférieure de la circonvolution frontale ascendante et que le centre masticateur se trouve entre le centre de la face et celui du larynx.

De la zone motrice de chaque hémisphère cérébral partent donc les fibres constitutives de la voie motrice cortico-médullaire.

Ces fibres traversent la substance blanche du centre ovale en convergeant toutes les unes vers les autres et se réunissent bientôt en un petit faisceau compact qui passe par la *capsule interne*. Pendant ce trajet, elles forment une partie des *fibres de la couronne rayonnante* et appartiennent au groupe des *fibres de projection* de la substance blanche du cerveau terminal.

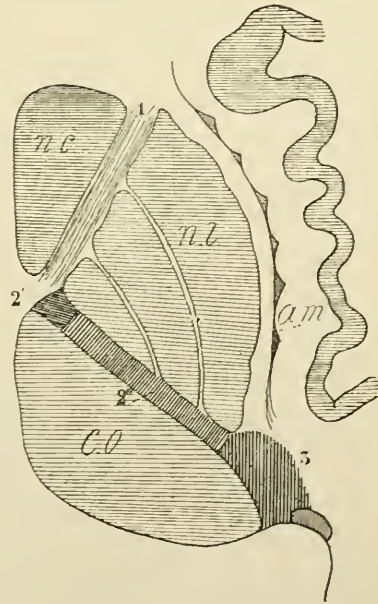


Fig. 557.

n. c. : Tête du noyau caudé.
n. l. : Noyau lenticulaire.
a. m. : Avant-mur.
c. o. : Couche optique.
1 : Fibres cortico-thalamiques.
2' et 2'' : Fibres motrices.
3 : Fibres sensitives.

Vous savez que la *capsule interne* est la lame épaisse de substance blanche comprise entre le noyau lenticulaire d'une part, la couche optique et le noyau caudé d'autre part, fig. 557. Sur des coupes horizontales qui passent par ces trois ganglions de la base, la capsule interne est formée de deux bras réunis de façon à décrire un angle obtus ouvert en dehors. Le bras antérieur est compris entre la tête du noyau caudé et la face antérieure du noyau lenticulaire, tandis que le bras postérieur est limité par

la couche optique en dedans et par la face postérieure du noyau lenticulaire en dehors. Le point de réunion de ces deux bras s'appelle le *genou* de la capsule interne. Nous avons vu que Déjerine divise le bras postérieur de la capsule interne en un segment lenticulaire et en un segment rétro-lenticulaire. Les fibres de la voie motrice occupent toute l'étendue du segment lenticulaire. En traversant la capsule interne, les nombreuses fibres qui forment la voie motrice centrale, réunies en un faisceau compact, passent donc par le segment lenticulaire du bras postérieur. Les fibres du nerf hypoglosse et du facial inférieur sont situées tout à fait à l'extrémité antérieure de ce segment, au niveau du genou. Elles forment ensemble un petit faisceau désigné quelquefois sous le nom de *faisceau géniculé*. Les fibres destinées aux noyaux d'origine des nerfs moteurs de la moelle allongée et de la moelle épinière, et qui vont constituer, par leur ensemble, la *pyramide antérieure* du bulbe, occupent la partie postérieure du segment lenticulaire; on les désigne sous le nom de *faisceau pyramidal*. Dans cette capsule interne, les fibres motrices sont intimement mélangées avec les fibres frontales cortico-protubérantielles ainsi que nous le verrons plus tard; elles sont situées entre les fibres sensitives qui occupent le segment rétro-lenticulaire du bras postérieur et les fibres cortico-thalamiques qui forment la substance blanche du bras antérieur, FIG. 557.

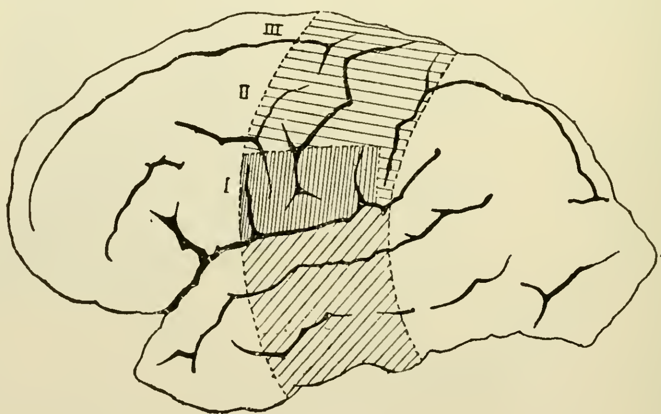


Fig. 558.

Zone corticale dont la lésion est suivie de la dégénérescence de toutes les fibres du pied pédonculaire (d'après Déjerine).

I : Centre cortical du facial inférieur et de l'hypoglosse.
II : Centre cortical du membre supérieur.
III : Centre cortical du membre inférieur.
IV : Centre cortical du faisceau de Turck.

Mésencéphale. De la capsule interne, les fibres motrices passent dans le *cerveau moyen*. Ici, on les trouve dans la substance blanche qui constitue le *pied* ou la *base* du pédoncule cérébral.

D'après les recherches de Déjerine, toutes les fibres constitutives de ce pied pédonculaire ont une origine corticale ; elles proviennent des cellules nerveuses de l'écorce cérébrale qui recouvre le lobule paracentral, les deux circonvolutions centrales et la partie moyenne des circonvolutions temporales, fig. **558**.

Ce pied pédonculaire peut être subdivisé en cinq segments, fig. **559**. Le segment externe est formé de fibres descendantes provenant de l'écorce temporale : elles constituent un faisceau de fibres cortico-protubérantielles désigné quelquefois sous le nom de *faisceau de Türck* ou faisceau latéral de la base du pédoncule. Nous y reviendrons plus tard.

Les fibres des quatre segments internes proviennent des cellules nerveuses de l'écorce cérébrale au niveau de la zone motrice de Charcot.

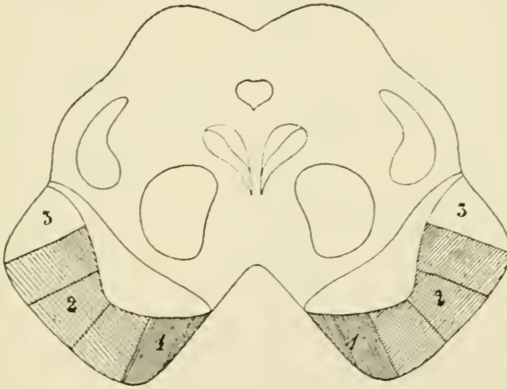


Fig. **559**.

Les fibres de la substance blanche du pied du pédoncule cérébral.

1 : Faisceau géniculé renfermant les fibres destinées au nerf facial et au nerf hypoglosse.

2 : Faisceau pyramidal.

3 : Fa'sceau temporal cortico-protubérantiel ou faisceau de Türck.

Elles représentent à la fois les fibres motrices centrales reliant la zone motrice aux noyaux d'origine des nerfs périphériques et les fibres motrices cortico-protubérantielles reliant cette même zone motrice aux noyaux du pont et, par là (par les fibres ponto-cérébelleuses), à l'écorce grise de l'hémisphère cérébelleux du côté opposé. Dans les trois segments moyens passent les fibres du faisceau pyramidal, fig. **559** et **560**, tandis que le segment interne est le lieu de passage des fibres du faisceau géniculé, fig. **559**.

En traversant les pédoncules cérébraux, le faisceau des fibres motrices diminue de volume de haut en bas. On trouve, en effet, dans le cerveau moyen, de chaque côté de l'aqueduc de Sylvius, la longue colonne de

cellules vésiculeuses qui sont les cellules d'origine des fibres de la racine cérébrale du nerf trijumeau. La voie motrice centrale doit établir la connexion entre l'écorce cérébrale et les noyaux moteurs des nerfs périphériques du côté opposé. Il faut donc admettre que, en descendant dans le pied du pédoncule cérébral, les fibres corticales destinées au noyau d'origine de la racine motrice du trijumeau quittent le faisceau moteur, passent la ligne médiane pour aller se terminer entre les cellules d'origine de ces fibres motrices supérieures du nerf de la cinquième paire.

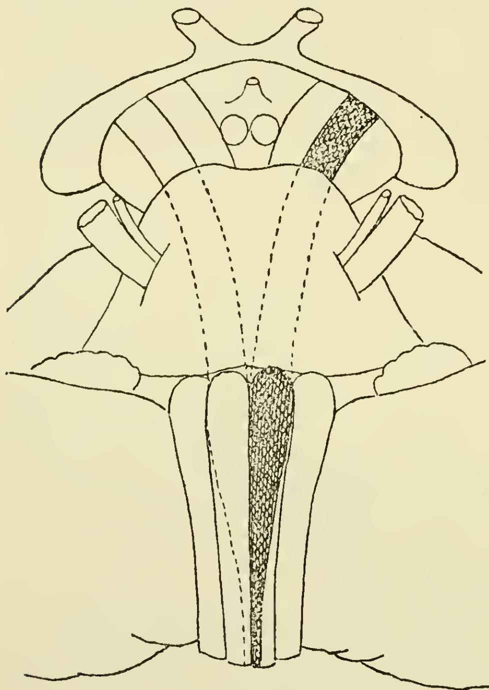


Fig. **560.**

La position des fibres du faisceau pyramidal dans le cerveau moyen, le cerveau postérieur et l'arrière-cerveau.

Dans le mésencéphale on trouve encore le noyau d'origine du nerf oculo-moteur commun et le noyau d'origine du nerf pathétique. Il est évident que ces masses grises doivent être en connexion avec l'écorce cérébrale par des fibres cortico-mésencéphaliques, mais jusqu'à présent on ignore complètement et le centre cortical de ces deux nerfs, et le trajet que suivent les fibres motrices d'origine corticale qui leur sont destinées.

Métencéphale. Les fibres de la voie motrice arrivent alors dans la *protubérance annulaire.* Vous savez qu'on les trouve dans la moitié antérieure de cette protubérance, entre les nombreux faisceaux de fibres transversales ou fibres ponto-cérébelleuses. Elles traversent cette portion de l'axe nerveux de haut en bas, fig. **560.** Dans sa partie supérieure, les fibres motrices sont réunies aux fibres cortico-protubérantielles ; aussi, sur les coupes transversales de cette région, trouve-t-on, entre les fibres protubérantielles, des masses compactes de fibres nerveuses à direction longitudinale, fig. **561.** Au fur et à mesure que l'on descend dans cette partie ventrale du pont de Varole, les fibres cortico-protubérantielles s'arrêtent, se terminant dans les noyaux du pont; de telle sorte que, tout près du

bord inférieur du métencéphale, on retrouve, entre les fibres transversales, un faisceau unique de fibres longitudinales appartenant toutes exclusivement à la voie motrice, FIG. 562.

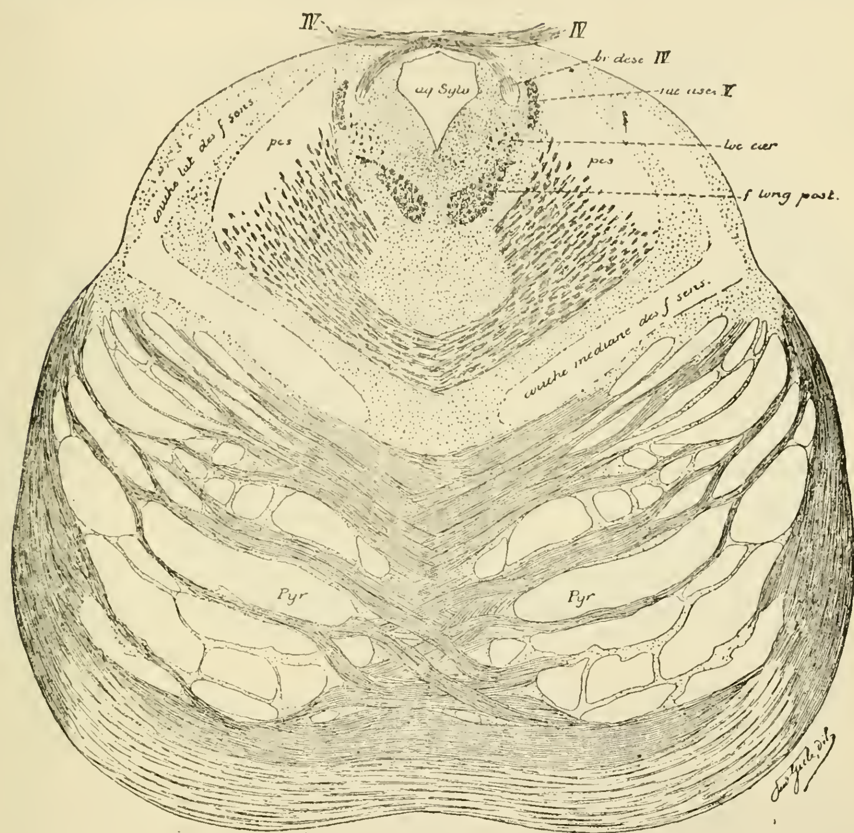


FIG. 561.

La position des fibres motrices entremêlées aux fibres des faisceaux cortico-protubérantiels dans la partie supérieure de la protubérance annulaire.

Pendant son passage à travers la protubérance annulaire, chaque faisceau cortico-médullaire diminue de volume de haut en bas. Nous trouvons, en effet, dans la profondeur du métencéphale, le noyau masticateur du nerf trijumeau avec le noyau d'origine des fibres de sa racine supérieure ou cérébrale et les noyaux d'origine du nerf oculo-moteur externe et du nerf facial. En traversant la protubérance, les fibres destinées à relier l'écorce grise cérébrale à ces noyaux moteurs ont donc dû quitter les faisceaux cortico-médullaires. Elles sont devenues des fibres horizontales dans la partie profonde de la protubérance annulaire (fibres arciformes internes), se sont

entrecroisées dans le raphé pour se terminer, par des ramifications libres, dans les masses grises qui constituent les noyaux d'origine des nerfs moteurs de la protubérance. Les fibres venues du faisceau cortical d'un

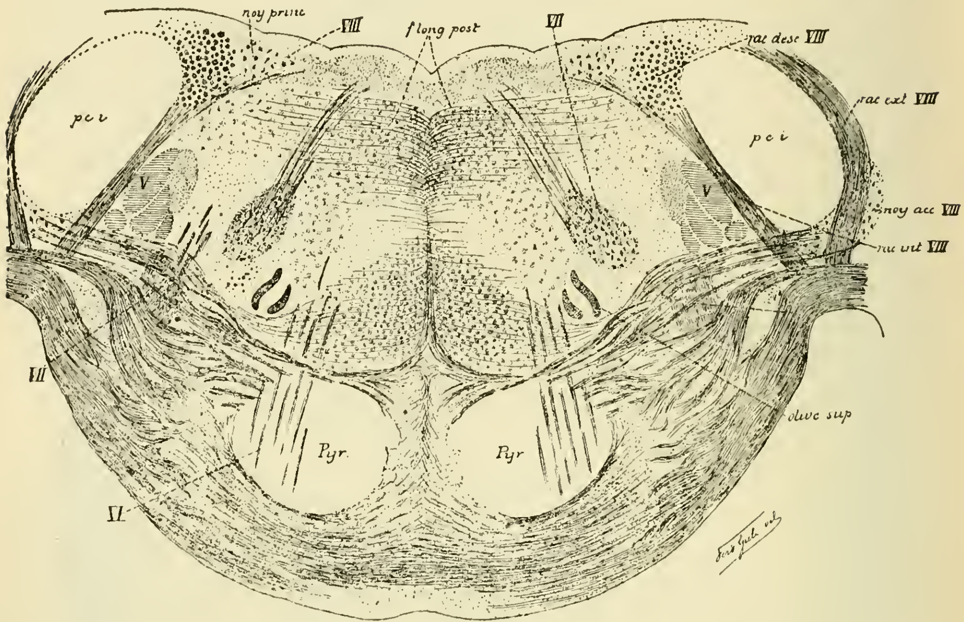


Fig. **562.**

Position des fibres motrices à la partie inférieure du pont de Varole.

côté se terminent naturellement dans les noyaux moteurs du côté opposé. Elles forment la voie motrice cortico-protubérantielle.

Outre ces branches terminales, chaque faisceau pyramidal fournit encore de nombreuses branches collatérales destinées aux noyaux du pont.

Myélencéphale. De la protubérance annulaire, les fibres de la voie motrice passent dans la *moelle allongée.* Ici, elles forment un faisceau épais de fibres nerveuses situé, de chaque côté de la ligne médiane, sur la face antérieure du bulbe et connu sous le nom de *pyramide antérieure*, fig. **560, 563** et **564.** Les fibres constitutives de cette pyramide antérieure portent encore le nom de *fibres pyramidales.* Ces fibres motrices s'appellent, en effet, fibres pyramidales, non pas parce qu'elles proviennent des cellules pyramidales de la zone motrice de l'écorce cérébrale — on trouve des

cellules pyramidales dans n'importe quelle région de l'écorce cérébrale — mais parce qu'elles constituent le long de la moelle allongée ces deux faisceaux arrondis, connus sons le nom de *pyramides antérieures* longtemps

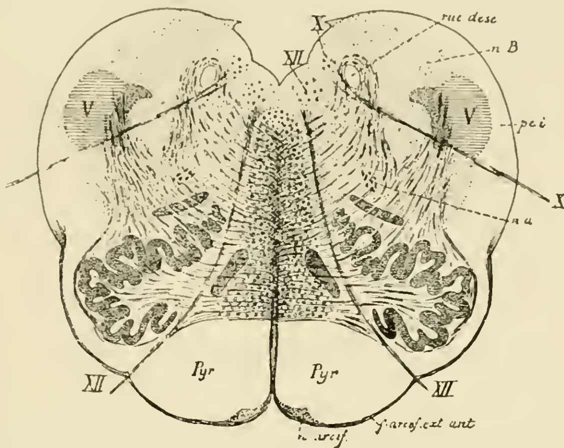


Fig. **563.**

Position des fibres de la voie motrice centrale à la partie supérieure du bulbe.

nB : Noyau du faisceau de Burdach.
rac.desc. : Racine descendante du glosso-pharyngien et du vague.
dci : Pédoncule cérébelleux inférieur.
X : Nerf pneumo-gastrique.
na : Noyau ambigu.
n. arcif. : Noyau arciforme.
XII : Nerf grand hypoglosse.

avant qu'on était parvenu à établir que ces pyramides étaient constituées par les fibres motrices.

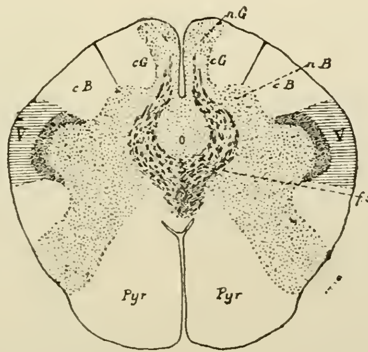


Fig. **564.**

Position des fibres de la voie motrice centrale à la partie moyenne du bulbe.

cG : Faisceau de Goll.
nG : Noyau du faisceau de Goll.
cB : Faisceau de Burdach.
nB : Noyau du faisceau de Burdach.
V : Racine descendante du nerf trijumeau.
fs : Entrecroisement des fibres sensitives ou fibres du ruban de Reil.
Pyr : Pyramide antérieure.

En passant par la moelle allongée, chaque faisceau pyramidal diminue encore de volume de haut en bas. Il abandonne, en effet, dans ce trajet, les fibres destinées au noyau de l'hypoglosse et au *noyau ambigu* ou noyau d'origine moteur pour le nerf glosso-pharyngien, le nerf pneumogastrique et la partie bulbaire du nerf spinal. Pour se rendre dans ces masses grises, les fibres motrices quittent le faisceau pyramidal et passent par le raphé, où elles s'entrecroisent avec les fibres du côté opposé. L'ensemble de ces fibres motrices destinées aux noyaux des nerfs bulbaires constitue la voie motrice cortico-bulbaire. Outre ces branches terminales, chaque faisceau pyramidal fournit encore de nombreuses branches collatérales destinées à l'olive.

Littérature.

Cajal : *Pedunculo cerebeloso inferior.* Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos. Madrid, 1895. — Marchi : *Sull' origine e decorso di peduncoli cerebellari, e sui loro rapporti cogli altri centri nervosi.* Publicazioni del R. Istituto di Studi superiori in Firenze. 1891. — Mahaim : *Recherches sur la structure anatomique du noyau rouge et ses connexions avec le pédoncule cérébelleux inférieur.* Mémoires de l'Académie de Médecine de Belgique, t. XIII. 1894. — Forel et Laufer : *Einige hirnanatomische Untersuchungen.* Tagebl. der 54. Versamml. deutscher Naturforscher und Aerzte in Salzburg, 1881. — Gudden : *Ueber die Verbindungsbahnen des kleinen Gehirns.* Tagebl. der 55. Vers. deutscher Naturf. und Aerzte in Eisenach, 1882. — P. Vejas : *Experimentelle Beiträge zur Kenntniss der Verbindungsbahnen des Kleinhirns und des Verlaufs der Funiculi graciles und cuneati.* Archiv f. Psychiatrie. Bd. XVI, 1885. — G. Mingazzini : *Sulle degenerazioni consecutive alle estirpazioni emicerebellari.* Ricerche fatte nel Laboratorio di Anatomia normale della R. Universita di Roma, 1894. — Mr et Mme Déjerine : *Sur les connexions du noyau rouge avec la corticalité cérébrale.* Comptes rendus des séances de la Soc. de Biologie. 1895. — Cajal : *Conexiones distantes de las celulas de Purkinje.* Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encefalo. Madrid, 1894. — *Sobre un fasciculo nacido del pedunculo cerebeloso superior.* Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos. Madrid, 1895. — Flechsig : *Gehirn und Seele.* Leipzig, 1896.

TRENTE-HUITIÈME LEÇON

La structure générale du système nerveux cérébro-spinal (*Suite*).

Les voies motrices centrales (*Suite*) : La voie motrice tactile principale (*Suite*). — La voie motrice tactile secondaire ou voie motrice cérébelleuse.

La voie-motrice tactile principale *(Suite)*.

Nous avons poursuivi, dans la dernière leçon, le trajet des fibres motrices depuis l'écorce cérébrale jusqu'à la partie inférieure de la moelle allongée. Il nous reste encore à examiner comment ces fibres motrices passent de la moelle allongée dans la moelle épinière, la position qu'elles occupent dans la substance blanche de cette dernière partie de l'axe nerveux et la façon dont elles se terminent dans la substance grise de la corne antérieure.

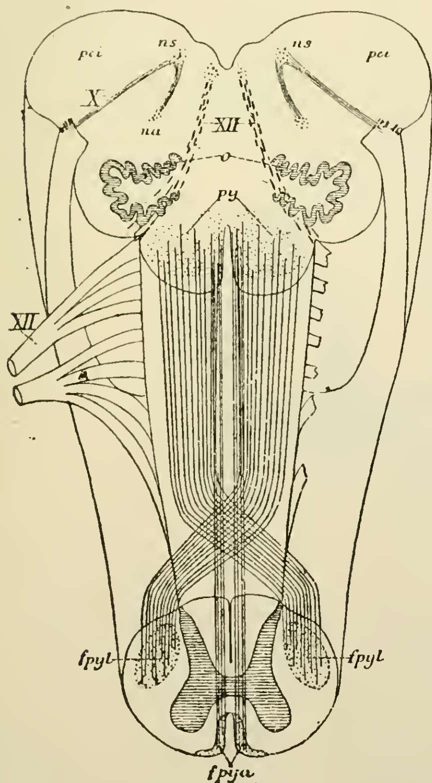


Fig. 565,

Schéma montrant l'entrecroisement des pyramides à la partie inférieure de la moelle allongée.

X : Fibres radiculaires.
ns : Noyau sensitif terminal, et
na : Noyau ambigu ou noyau d'origine moteur du nerf pneumo-gastrique.
pci : Pédoncule cérébelleux inférieur.
XII : Fibres radiculaires du nerf hypoglosse.
py : Pyramides antérieures de la moelle allongée.
fpyl : Faisceau pyramidaldu cordon latéral de la moelle épinière.
fpya : Faisceau pyramidal du cordon antérieur.

Moelle épinière. Arrivées à la partie inférieure de la moelle allongée, les fibres motrices présentent la *décussation des pyramides*, FIG. **565**. Là, les fibres constitutives de chaque pyramide antérieure s'infléchissent en avant et en dedans, s'entrecroisent sur la ligne médiane, au fond de la fissure médiane longitudinale antérieure, avec les fibres du côté opposé, traversent la substance grise à la base de la corne antérieure et arrivent ainsi dans le cordon latéral de la moelle épinière, où elles reprennent la direction longitudinale et constituent le *faisceau pyramidal du cordon latéral* ou *faisceau pyramidal croisé*, FIG. **565**, **566** et **567**. Cet entrecroisement des fibres pyramidales n'est cependant pas complet ; une petite partie de ces fibres nerveuses conserve sa direction longitudinale et passe de la moelle allongée dans le cordon antérieur de la moelle épinière ; là, ces fibres constituent le *faisceau pyramidal du cordon antérieur*, appelé encore *faisceau de Türck* ou *faisceau pyramidal direct*. Contrairement à la disposition que nous avons reproduite dans la FIG. **565**, les fibres pyramidales du cordon latéral représentent la continuation des fibres internes de chaque pyramide bulbaire, tandis que les fibres du faisceau pyramidal du cordon antérieur occupent, le long de la moelle allongée, l'angle latéral ou externe de la pyramide antérieure du myélencéphale (FLECHSIG, JACOBSOHN).

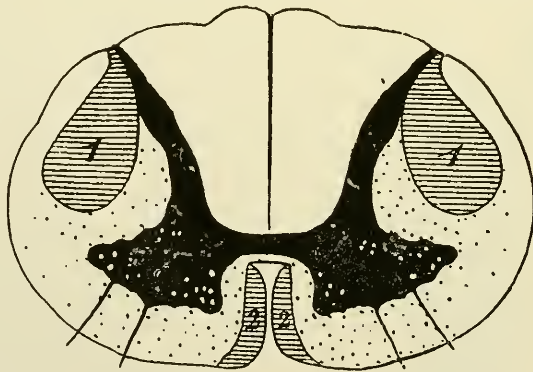


FIG. **566**.

Coupe transversale de la moelle montrant la position des fibres motrices.

1 : Faisceau pyramidal du cordon latéral.

2 : Faisceau pyramidal du cordon antérieur ou faisceau de TÜRCK.

Le *faisceau pyramidal du cordon antérieur* descend, dans la moelle épinière, jusque vers la partie inférieure de la moelle sacrée ; le *faisceau pyramidal du cordon latéral* peut être poursuivi jusqu'à l'extrémité supérieure du filet terminal. Ces deux faisceaux diminuent de volume de haut en bas,

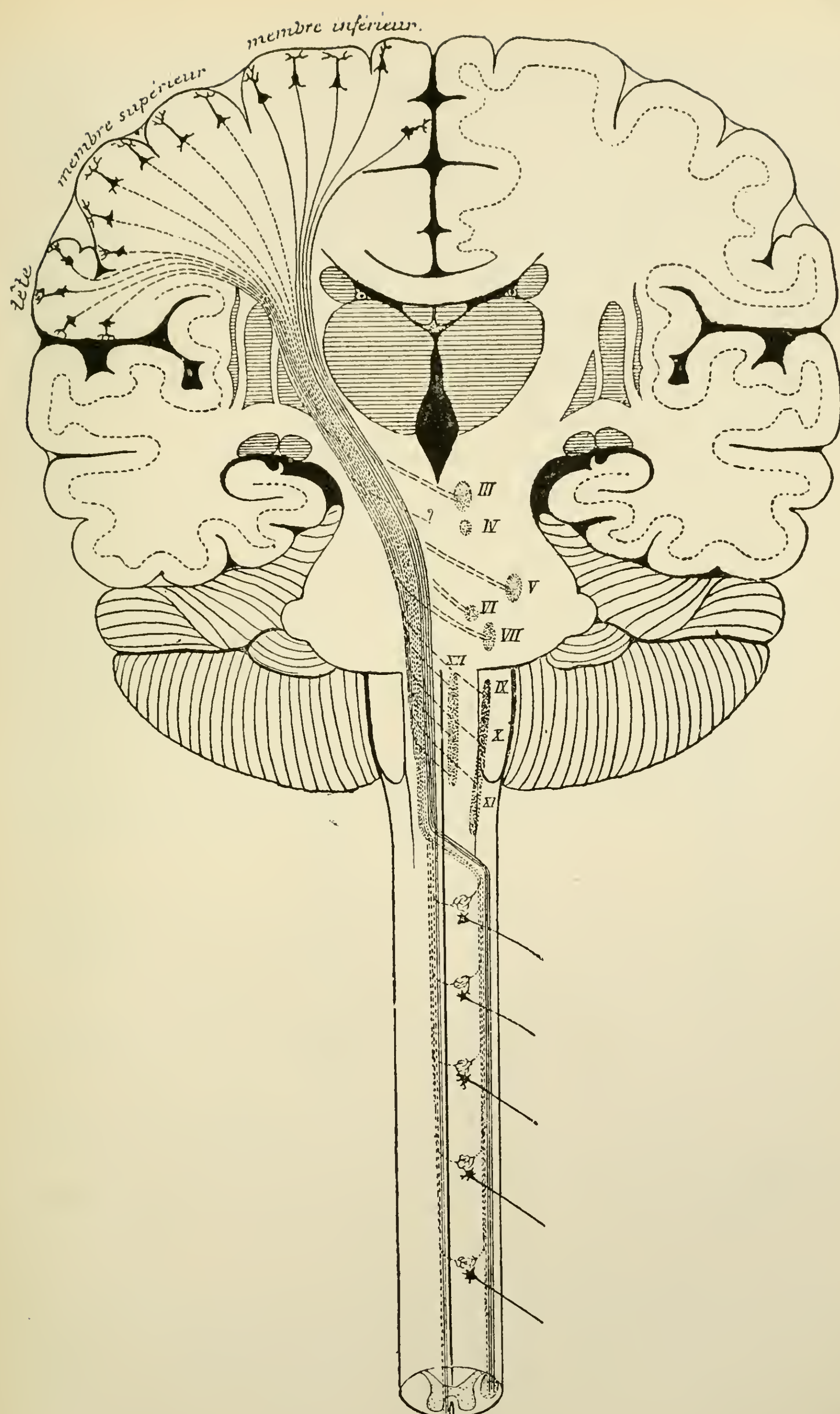


FIG. **567.**
Schéma de la voie motrice tactile principale.

parce que, au fur et à mesure qu'ils descendent dans la moelle, ils abandonnent des fibres nerveuses qui doivent se rendre dans la substance grise des cornes antérieures de la moelle épinière, où elles viennent se mettre en contact, par leurs ramifications terminales, avec les prolongements protoplasmatiques et les corps des cellules radiculaires. FIG. 567.

Les fibres du *faisceau pyramidal du cordon latéral* sont des fibres déjà *entrecroisées* ; elles se terminent dans la corne antérieure de la *moitié correspondante* de la moelle. Au contraire, les fibres du *faisceau pyramidal du cordon antérieur* sont des *fibres directes* ; elles traversent la ligne médiane en passant par la commissure blanche antérieure de la moelle pour se terminer dans la corne antérieure du *côté opposé.*

De cette façon, toutes les fibres pyramidales venues d'un hémisphère cérébral se sont terminées dans les noyaux d'origine des nerfs périphériques du côté opposé, FIG. 567. L'entrecroisement de ces fibres pyramidales se fait, *successivement* le long du tronc cérébral, pour toutes les fibres motrices destinées aux nerfs craniens. Il se fait *en bloc*, à la partie inférieure de la moelle allongée, pour les fibres pyramidales destinées aux noyaux d'origine des nerfs spinaux. Un petit faisceau de fibres nerveuses échappe seulement à cet entrecroisement en bloc, qui a lieu au niveau de la décussation des pyramides. Ce faisceau occupe la partie interne du cordon antérieur de la moelle ; l'entrecroisement de ces fibres pyramidales se fait dans la commissure blanche, au fur et à mesure que ces fibres se rendent dans la corne antérieure du côté opposé.

Considérée dans son ensemble, la voie motrice tactile principale a la même forme que la voie sensitive tactile principale ; elle est constituée par deux triangles se touchant par leurs sommets, FIG. 568 et 569.

La base du triangle inférieur correspond aux masses grises inférieures dans lesquelles se trouvent les cellules d'origine des nerfs moteurs périphériques d'une moitié du corps.

La base du triangle supérieur correspond à l'écorce de l'hémisphère cérébral de la moitié opposée du corps.

Les sommets réunis de ces deux triangles passent par presque toute l'étendue du bras postérieur de la capsule interne.

La voie motrice centrale et la voie sensitive centrale comparées l'une à l'autre ne présentent qu'une seule différence : les fibres de la voie motrice ont leurs cellules d'origine dans l'écorce cérébrale et leurs terminaisons dans les masses grises inférieures de l'axe nerveux, tandis que les fibres de la voie sensitive ont leurs cellules d'origine dans les masses grises inférieures et leur terminaison dans l'écorce cérébrale.

La voie motrice centrale et la voie sensitive centrale sont toutes les deux des *voies croisées*.

L'entrecroisement des pyramides à la partie inférieure de la moelle allongée peut être variable d'individu à individu, ainsi que cela résulte des recherches de FLECHSIG. La disposition la plus commune est celle que nous venons de décrire : l'*entrecroisement est symétrique et incomplet* ; chaque pyramide antérieure de la moelle allongée fournit, dans la moelle épinière, un faisceau pyramidal croisé et un faisceau pyramidal direct, comparables entre eux pour la situation et pour le volume. Ce cas s'observe environ 75 fois sur 100.

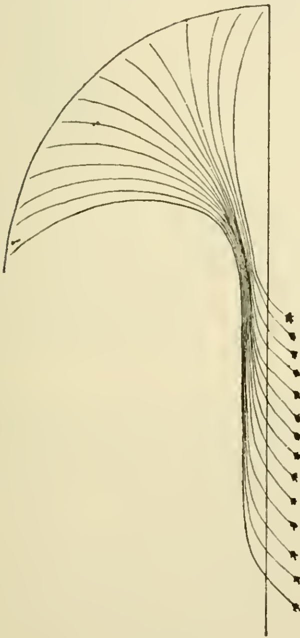


FIG. **568**.
La forme générale de la voie sensitive tactile. La ligne verticale indique le plan médian.

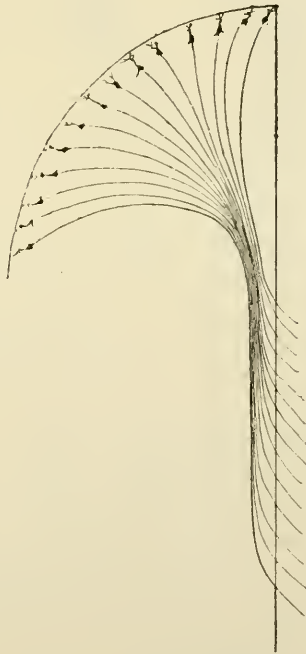


FIG. **569**.
La forme générale de la voie motrice tactile. La ligne verticale indique le plan médian.

Dans 25 cas sur 100, la disposition est différente.

Chez quelques individus, la décussation des pyramides reste *symétrique* ; mais elle est *complète*, elle intéresse à la fois toutes les fibres constitutives, FIG. **570**. Dans ce cas, les deux faisceaux pyramidaux croisés sont très développés et il n'existe pas de faiscau pyramydal direct ou faisceau pyramidal du cordon antérieur, FIG. **571**.

Chez d'autres individus, l'entrecroisement des fibres pyramidales reste

toujours *symétrique*, mais au lieu de produire un faisceau pyramidal croisé très volumineux et un faisceau pyramidal direct très grêle, on trouve, au contraire, dans le cordon antérieur, un faisceau compact de fibres pyramidales, tandis que le faisceau du cordon latéral est peu développé, FIG. **572**. Dans ce cas donc, la majeure partie des fibres de la pyramide antérieure du bulbe passent directement dans le cordon antérieur

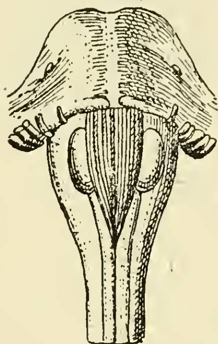


FIG. **570**.
Moelle allongée présentant un entrecroisement complet des fibres pyramidales (d'après FLECHSIG).

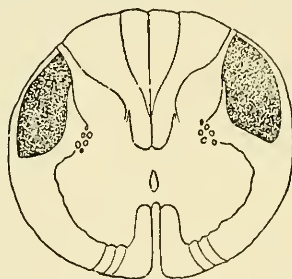


FIG. **571**.
Coupe transversale de la moelle cervicale appartenant à l'axe nerveux de la FIG. **570**, et présentant une absence totale de faisceau pyramidal antérieur (d'après FLECHSIG.)

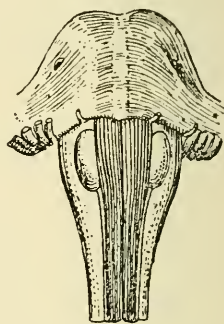


FIG. **572**.
Moelle allongée présentant une décussation très incomplète des fibres pyramidales (d'après FLECHSIG).

de la moelle et doivent s'y entrecroiser successivement dans la commissure antérieure, tandis qu'une petite partie seulement des fibres subissent l'entrecroisement en bloc pour passer dans le cordon latéral, FIG. **573, 574** et **575**.

Enfin, la décussation des pyramides peut être *asymétrique*. Dans la moelle à laquelle appartient la coupe de la FIG. **576**, le faisceau pyramidal direct et le faisceau pyramidal croisé du côté gauche sont plus développés que les faisceaux correspondants du côté droit. Ici donc, la pyramide antérieure *gauche* du bulbe n'a pas subi un entrecroisement aussi complet que la pyramide du côté droit.

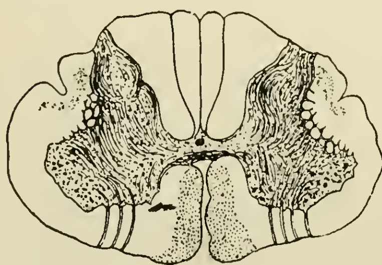


FIG. **573**.
Coupe transversale de la moelle cervicale au niveau du cinquième nerf.

Il arrive même des cas où les fibres d'une pyramide antérieure du bulbe s'entrecroisent complètement à la partie inférieure de la moelle

allongée, produisant ainsi un faisceau pyramidal croisé volumineux sans faisceau pyramidal direct, tandis que la pyramide du côté opposé donne les deux faisceaux typiques de la moelle, FIG. 577.

Quelle que soit d'ailleurs la façon dont se comportent les fibres des pyramides du bulbe au niveau de la décussation, que l'entrecroisement soit symétrique ou asymétrique, qu'il soit complet ou incomplet, une chose est certaine : leurs fibres constitutives doivent, en un point quelconque de leur trajet, s'entrecroiser sur la ligne médiane pour se rendre dans la corne antérieure du côté opposé. Cet entrecroisement peut se faire en bloc à la partie inférieure de la moelle allongée ; il peut se faire successivement sur toute la longueur de la moelle épinière ; il peut se faire encore partiellement à la partie inférieure du bulbe et le long de la moelle. Dans les trois cas, elle peut être symétrique ou asymétrique.

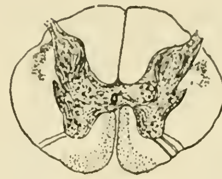


FIG. 574.
Coupe transversale de la moelle dorsale au niveau du neuvième nerf.

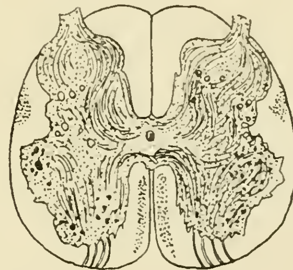


FIG. 575.
Coupe transversale de la moelle lombaire au niveau du quatrième nerf.

Ces trois figures appartiennent à l'axe cérébro-spinal dont la FIG. 572 représente la moelle allongée. On y trouve un faisceau pyramidal antérieur très développé et un faisceau pyramidal latéral très grêle (d'après FLECHSIG).

L'entrecroisement des fibres pyramidales existe aussi chez les autres mammifères, mais nulle part on n'a pu constater un faisceau pyramidal direct descendant dans le cordon antérieur, comme cela s'observe dans la moelle de l'homme. Cette absence de faisceau pyramidal direct dans le cordon antérieur n'entraine cependant pas, comme conséquence, l'existence d'une décussation totale des fibres pyramidales à la partie inférieure du bulbe. Nous avons vu, en effet, qu'en se basant sur les dégénérescences consécutives à l'extirpation partielle ou totale de la zone motrice corticale chez le chien, un grand nombre d'auteurs admettent, dans chaque faisceau pyramidal de la moelle, l'existence de fibres croisées et de fibres directes.

Les fibres pyramidales occupent le *cordon latéral* de la moelle chez le chien, le chat, le lièvre et le lapin. Elles se rendent, au contraire, dans la partie ventrale des *cordons postérieurs* chez le cobaye, (V. BECHTEREW),

la souris (v. Lenhossek) et le rat (Flechsig). Ces faits sont importants à signaler. Ils nous montrent que l'on ne saurait appliquer avec trop de réserves à l'homme les résultats de l'expérimentation physiologique ou de l'étude des dégénérescences secondaires obtenus chez les animaux.

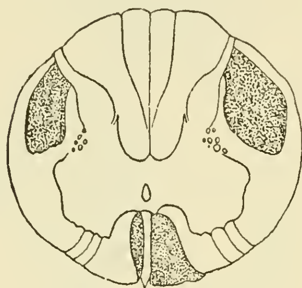


Fig. 576.
Coupe transversale d'une moelle (région cervicale) dans laquelle les faisceaux pyramidaux ont subi, à la partie inférieure de la moelle allongée, un entrecroisement asymétrique (d'après Flechsig).

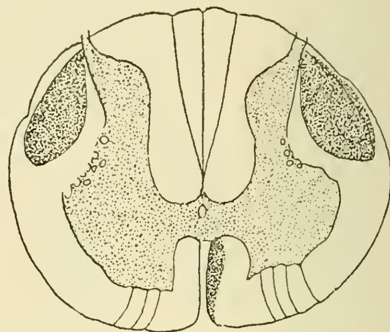


Fig. 577.
Coupe transversale d'une moelle (région cervicale) dans laquelle il n'existe pas de faisceau pyramidal direct du côté droit. Les fibres de la pyramide antérieure droite du bulbe ont subi un entrecroisement total (d'après Flechsig).

Avant de terminer l'étude de cette voie importante cortico-médullaire, je désire encore appeler votre attention sur le nombre approximatif des fibres nerveuses qui entrent dans sa constitution. Blocq et Onanoff ont étudié, à cet effet, la moelle épinière de trois personnes qui avaient été, de leur vivant, atteintes d'hémiplégie totale. Le faisceau pyramidal direct et le faisceau pyramidal croisé de la moelle étaient complètement dégénérés. Ils ont déterminé l'étendue du champ occupé par les fibres dégénérées dans le cordon latéral et le cordon antérieur, le nombre de fibres nerveuses renfermées dans ces mêmes champs et sur la même coupe du côté sain et le nombre des fibres conservées intactes dans les champs de dégénérescence. Ils ont ainsi établi qu'au-dessus du renflement cervical les faisceaux pyramidaux d'une moitié de la moelle renferment 79,131 fibres nerveuses destinées à se mettre en connexion avec les cellules radiculaires des nerfs destinés à un membre supérieur, à la moitié du tronc et à un membre inférieur. En dessous du renflement cervical, les faisceaux pyramidaux ne renferment plus que 30,554 fibres nerveuses. La zone motrice d'un hémisphère cérébral se trouve donc en connexion avec les cellules d'origine des fibres de membre supérieur du côté opposé par 48,557 fibres nerveuses; tandis que pour la moitié du tronc et pour le membre inférieur réunis cette connexion s'établit par 30,554 fibres.

Il est évident que ces chiffres n'ont rien d'absolu. Ils sont intéressants

en ce sens, qu'ils nous montrent que la connexion cortico-médullaire s'établit par un nombre de fibres qui est, pour le membre supérieur, presque le double du nombre de fibres motrices corticales destinées au membre inférieur. Cette disposition anatomique s'accorde très bien avec ce fait d'observation physiologique : c'est que le membre inférieur remplit surtout des actes automatiques ne nécessitant pas ou presque pas l'influence corticale, ce qui n'est pas le cas pour le membre supérieur.

De la description qui précède il résulte, que toutes les fibres de chaque pyramide antérieure du bulbe doivent, en un point quelconque de leur trajet descendant dans la moelle épinière, passer la ligne médiane pour se terminer dans la corne antérieure de la moitié opposée de la moelle. Cet entrecroisement se fait à la partie inférieure du myélencéphale pour les fibres du faisceau pyramidal du cordon latéral ; il a lieu dans la commissure blanche de la moelle pour les fibres du faisceau de Türck.

Cet entrecroisement complet de toutes les fibres de chaque pyramide bulbaire n'est cependant pas admis par tous les neurologistes. Ce qui semble plaider contre une pareille manière de voir, ce sont les phènomènes cliniques que l'on observe dans les cas d'hémiplégie consécutive à une destruction des fibres du faisceau pyramidal dans la capsule interne. La destruction de ces fibres amène la paralysie des muscles du membre supérieur et du membre inférieur du côté opposé ainsi qu'une exagération considérable des réflexes tendineux. Si l'hémisphère cérébral droit était uniquement en connexion avec les muscles des membres du côté gauche, la destruction des fibres pyramidales dans la capsule interne ne devrait retentir que sur les muscles du membre gauche et laisser complètement intact l'état des muscles du côté droit. Or, dans les cas d'hémiplégie gauche due à une lésion capsulaire droite, on observe, outre la paralysie des membres du côté gauche, de la faiblesse musculaire ainsi qu'une exagération manifeste des réflexes dans les membres du côté droit. Cette faiblesse musculaire et cette exagération des réflexes prédominent surtout dans le membre inférieur. Ces phénomènes cliniques semblent donc prouver que l'hémisphère cérébral droit est aussi en connexion, par des fibres motrices, avec les muscles des membres du côté correspondant et surtout avec les muscles du membre inférieur.

Comment mettre ces phénomènes cliniques en rapport avec la structure anatomique ?

Vous savez que si l'on sépare une fibre nerveuse de sa cellule d'origine, cette fibre dégénère dans son bout périphérique. La destruction des fibres

pyramidales dans la capsule interne est donc suivie de la dégénérescence secondaire descendante des fibres de ce faisceau, dégénérescence que l'on peut poursuivre jusque dans la moelle sacrée.

Or, dès 1881 et 1882, PITRES signala dans la moelle d'anciens hémiplégiques, à côté d'une dégénérescence secondaire du faisceau de TÜRCK du même côté de la lésion cérébrale et du faisceau pyramidal latéral du côté opposé, l'existence d'une dégénérescence plus faible dans le faisceau pyramidal homolatéral; en 1884 il avait constaté cette dégénérescence du faisceau pyramidal homolatéral dix fois sur 40 cas. Se basant sur ces recherches, il admet que, *dans certains cas*, l'entrecroisement, à la partie inférieure du bulbe, des fibres pyramidales destinées aux cordons latéraux de la moelle, n'est pas complet : chaque pyramide bulbaire envoie ses fibres, en majeure partie, dans le faisceau pyramidal latéral du côté opposé et, en partie moindre, dans le faisceau pyramidal du cordon latéral du même côté. Cette opinion ne fut cependant pas admise par tous les neurologistes pour expliquer la dégénérescence d'un certain nombre de fibres du faisceau pyramidal homolatéral. HALLOPEAU admet qu'au niveau de la décussation des pyramides, les fibres dégénérées d'un côté, s'entrecroisant avec les fibres saines du côté opposé, altèrent un certain nombre de ces dernières et amènent ainsi leur dégénérescence dans le faisceau pyramidal homolatéral.

On a voulu alors résoudre la question par des recherches expérimentales faites chez les animaux. Ces recherches ont été faites principalement chez le chien. Pour comprendre la valeur des résultats obtenus, il faut savoir que, chez le chien, comme d'ailleurs chez tous les mammifères, il n'existe pas de faisceau pyramidal antérieur ; au sortir du bulbe toutes les fibres motrices centrales du chien se rendent, après entrecroisement, dans le cordon latéral de la moelle épinière.

FRANCK et PITRES, MŒLI, SHERRINGTON et d'autres, ont observé constamment, chez le chien, des fibres dégénérées dans les deux faisceaux pyramidaux après l'extirpation du centre cortical des membres dans un seul hémisphère. LŒWENTHAL n'a retrouvé cette dégénérescence des deux faisceaux que dans deux cas sur vingt. FURSTNER et KNOBLAUCH ont toujours vu, chez le chien, l'extirpation d'une zone corticale être suivie de la seule dégénérescence du faisceau pyramidal du côté opposé ; tandis que, chez l'homme, des lésions cérébrales d'un hémisphère étaient toujours accompagnées de la dégénérescence des fibres des faisceaux pyramidaux des deux cordons latéraux. UNVERRICHT et KUSICK admettent que, chez le chien, les fibres pyramidales destinées aux muscles du tronc s'entrecroisent à la partie inférieure du bulbe pour descendre dans le faisceau pyramidal du cordon latéral ; mais, avant de se terminer dans la corne antérieure, ces fibres repasseraient la ligne médiane en traversant la commissure blanche pour devenir, sur un certain trajet, fibres constitutives du faisceau pyramidal du côté opposé ; ils cherchent la preuve de leur manière de voir dans les recherches de VIERHUFF faites sous la direction de UNVERRICHT : l'extirpation unilatérale de la

circonvolution sigmoïde du chien est suivie de dégénérescence dans les deux faisceaux pyramidaux ; il en est de même à la suite de la section unilatérale de la moelle épinière.

Toutes ces recherches ont été faites avec les méthodes anciennes : coloration au carmin et méthode de WEIGERT, appliquées sur des coupes de la moelle épinière plusieurs mois après la lésion expérimentale. Survint alors la méthode de MARCHI, beaucoup plus délicate et beaucoup mieux appropriée à la recherche des fibres en dégénérescence. SANDMEYER l'employa chez des chiens auxquels il avait extirpé, d'un côté, les centres moteurs corticaux. Il trouva des fibres dégénérées dans les deux faisceaux pyramidaux, mais sans pouvoir établir leur origine. MURATOFF et MOTT sont arrivés aux mêmes résultats. Ils admettent que chaque pyramide antérieure du bulbe envoie, chez le chien, ses fibres dans les deux faisceaux pyramidaux. Il existe donc, chez cet animal, dans chaque faisceau pyramidal, des fibres directes ou homolatérales et des fibres croisées ou hétérolatérales.

ROTHMANN, auquel nous avons emprunté, en grande partie, les données bibliographiques qui précèdent, a repris tout récemment l'étude de cette question par des recherches expérimentales faites chez le chien et le singe. A la suite de l'extirpation unilatérale de la zone corticale motrice, il a toujours vu survenir de la dégénérescence dans les deux faisceaux pyramidaux. Mais, tandis que la dégénérescence est permanente dans le faisceau croisé, il a vu la dégénérescence diminuer et disparaître totalement, deux mois après l'extirpation, dans le faisceau pyramidal du côté sain. Il conclut de ses recherches que les fibres dégénérées, en s'entrecroisant à la partie inférieure du bulbe avec les fibres de la pyramide saine, compriment un certain nombre de ces dernières de manière à les troubler dans leur nutrition et amènent ainsi, d'une façon secondaire, la dégénérescence de quelques fibres dans le faisceau pyramidal du côté correspondant à la lésion. La même chose doit se produire chez l'homme, mais comme ici la lésion capsulaire est généralement due à une lésion artérielle, il pense que la dégénérescence secondaire dans le faisceau pyramidal homolatéral, transitoire chez le chien, devient permanente chez l'homme à cause de la nutrition défectueuse de tout le névraxe consécutive aux lésions du système artériel.

WERTHEIMER et LEPAGE admettent aussi l'existence de fibres homolatérales chez le chien et ils s'appuient sur les faits suivants : 1° L'hémisection transversale de la moelle cervicale gauche, suivie de l'excitation de la circonvolution sigmoïde droite amène des mouvements dans les membres droits. 2° L'hémisection de la moitié gauche du bulbe, au-dessus de la décussation des pyramides, suivie de l'excitation de la circonvolution sigmoïde droite : mouvements dans la patte postérieure gauche.

3° L'hémisection gauche de la moelle, sur le même chien, en-dessous de la décussation au niveau de la première paire rachidienne, suivie de l'excitation de la circonvolution sigmoïde : mouvements dans la patte droite. Si la connexion entre l'écorce cérébrale droite et la patte droite ne s'établit pas par des fibres homolatérales, elle doit s'établir par des fibres qui passent deux fois la ligne médiane entre les deux plans d'hémisection. Ils ont alors pratiqué une section longitudinale médiane du bulbe ; l'excitation de la circonvolution sigmoïde droite était encore suivie de mouvements dans la patte postérieure droite.

De toutes ces recherches ils concluent à l'existence de fibres homolatérales chez le chien.

Mais cette conclusion ne peut pas être admise directement pour le système nerveux de l'homme, pour la raison bien simple que, chez l'homme, normalement, chaque pyramide antérieure du bulbe se divise en *fibres croisées* qui se rendent dans le cordon latéral et en *fibres directes* qui descendent dans le cordon antérieur. Si ces fibres directes, au lieu de descendre dans le cordon antérieur, pénétraient, avec les fibres croisées, dans le faisceau pyramidal du cordon latéral, la moelle de l'homme serait comparable à la moelle du chien et les expériences sus-mentionnées auraient, pour la moelle de l'homme, une certaine valeur. Mais il n'en est pas ainsi.

Il existe normalement, dans la moelle épinière de l'homme, des fibres pyramidales homolatérales (faisceau de Türck) et des fibres pyramidales hétérolatérales (faisceau pyramidal du cordon latéral). Les questions qu'il s'agit de résoudre sont celles de savoir : 1°) si les fibres du faisceau de Türck s'entrecroisent encore dans la moelle épinière avant de se terminer dans la corne antérieure, ou bien si ces fibres se terminent dans la substance grise de la moitié correspondante de la moelle.

2° Si, à côté des fibres réellement croisées, il existe encore, dans le faisceau pyramidal du cordon latéral, des fibres directes.

Or, pour la solution de ces deux questions, on ne peut se baser que sur des recherches entreprises directement sur la moelle épinière de l'homme.

Pour ce qui concerne les fibres du faisceau de Türck, la plupart des auteurs admettent qu'en descendant le long de la moelle épinière, ces fibres s'inclinent en dedans, traversent la commissure blanche de la moelle épinière pour se terminer dans la corne antérieure du côté opposé. La connexion cortico-spinale établie par ces fibres du cordon antérieur est donc une connexion croisée.

v. Lenhossek a combattu cette manière de voir. En appliquant la méthode de Golgi à l'étude de la moelle épinière d'embryons humains de 33 à 35 centimètres de longueur, il n'a jamais observé de fibres nerveuses se rendant du faisceau pyramidal du cordon antérieur jusque dans la commissure blanche ; il s'appuie sur ce fait pour admettre que les fibres du faisceau de Türck sont des fibres directes, destinées à se terminer dans la substance grise de la moitié correspondante de la moelle. Mais cette conclusion de v. Lenhossek n'est nullement justifiée. Si, dans la moelle d'embryons humains de 33 à 35 centimètres, on ne voit pas des fibres nerveuses passer du faisceau pyramidal antérieur jusque dans la commissure, c'est uniquement parce que, à cette époque, ainsi que l'avons démontré, les fibres nerveuses d'origine corticale n'existent pas encore dans le cordon antérieur. Les fibres des faisceaux pyramidaux de la moelle épinière représentent les prolongements cylindraxiles des cellules pyra-

midales de la sphère tactile de l'écorce. Dans le cours du développement, ces prolongements cylindraxiles descendent de l'écorce à travers les diverses parties du névraxe ; elles n'atteignent la partie cervicale de la moelle épinière que pendant le huitième mois de la vie intra-utérine.

Pour rechercher les relations qui existent entre les fibres des faisceaux pyramidaux de la moelle et la commissure blanche antérieure, on doit donc avoir recours, non pas à des embryons de 33 à 35 centimètres où ces fibres n'existent pas encore, mais à des embryons âgés au moins de huit mois.

Pour ce qui concerne les fibres du faisceau pyramidal latéral, Muratoff a pu poursuivre, directement — dans le névraxe d'un homme présentant une destruction complète de la capsule interne et des parties voisines — à partir de la pyramide antérieure gauche dégénérée du bulbe, (alors que la pyramide antérieure droite était normale), un faisceau dégénéré descendant dans chacun des deux faisceaux pyramidaux latéraux. Ce faisceau dégénéré était plus volumineux à droite qu'à gauche ; il diminuait de volume de haut en bas. La même observation a été faite par Dejerine et Thomas dans deux cas d'hémiplégie d'origine cérébrale ; aussi ces auteurs admettent-ils que chaque pyramide du bulbe fournit, au niveau de sa décussation, outre le faisceau croisé et le faisceau direct ordinaires, un certain nombre de fibres au cordon latéral du même côté : ce sont les *fibres pyramirales homolatérales* du cordon latéral. Ces fibres homolatérales se termineraient dans la substance grise de la moitié correspondante de la moelle.

La voie motrice secondaire ou voie motrice cérébelleuse.

Outre la voie motrice principale, traversant en ligne directe toute l'étendue de l'axe cérébro-spinal, il existe encore, dans le névraxe de l'homme, une voie motrice plus complexe reliant l'écorce cérébrale à l'écorce cérébelleuse et celle-ci, à son tour, aux cellules radiculaires des cornes antérieures de la moelle épinière : c'est la voie motrice secondaire ou voie motrice cérébelleuse.

La partie supérieure de cette voie motrice, ou partie cérébro-cérébelleuse, est connue depuis longtemps.

En se basant sur le fait pathologique bien connu que l'atrophie d'un hémisphère cérébral est fréquemment accompagnée de l'atrophie de l'hémisphère cérébelleux du côté opposé, Turner et Meynert admirent l'existence d'une voie cérébro-cérébelleuse croisée, formée, d'après Meynert, par les fibres des pédoncules cérébelleux moyens, lesquels, après entrecroisement dans le raphé, se mettraient en

connexion, par la substance grise du pont, avec les fibres pyramidales du côté opposé.

Cette hypothèse de Meynert a été combattue par Gudden, Vejas et Mingazzini en se basant sur des recherches expérimentales : l'extirpation d'un hémisphère cérébelleux n'entraîne pas à sa suite l'atrophie du pédoncule cérébral (Gudden, Vejas), ni l'atrophie des fibres pyramidales (Mingazzini). Mais ces objections de Gudden, Vejas et Mingazzini tombent devant ce fait que cette voie cérébro-cérébelleuse n'est pas une voie ascendante, mais bien une voie descendante; qu'elle est formée par deux neurones : un neurone cortico-protubérantiel direct et un neurone ponto-cérébelleux croisé et que, par conséquent, l'extirpation d'un hémisphère cérébelleux peut bien entraîner à sa suite l'atrophie de la substance grise du pont du côté opposé (par lésion des neurones ponto-cérébelleux), mais ne doit pas être suivie de l'atrophie de la voie motrice principale, puisque le neurone cortico-protubérantiel reste intact.

Cette voie croisée cortico-cérébellense de Turner et de Meynert a été admise récemment encore par v. Monakow à la suite de ses recherches expérimentales chez le chien.

Où les fibres constitutives de cette voie cérébro-cérébelleuse trouvent-elles maintenant leur origine et leur terminaison.

On a admis pendant un certain temps que les fibres corticales, qui relient l'écorce grise du téleneéphale aux masses grises du pont, provenaient de toute l'étendue des circonvolutions frontales en formant le *faisceau frontal cortico-protubérantiel de Flechsig*. Mais les recherches de Zacher, de Dejerine et de Flechsig ont montré que les lésions destructives de la partie antérieure du lobe frontal (centre d'association antérieur de Flechsig) n'amenaient ni la dégénérescence, ni l'atrophie des fibres de ce faisceau cortico-protubérantiel. Dejerine et Flechsig admettent que ces fibres proviennent de la zone motrice de Charcot ou sphère tactile de Flechsig et qu'elles dégénèrent à la suite de lésions destructives survenant dans la circonvolution centrale antérieure et dans la partie voisine des circonvolutions frontales. Ces fibres doivent donc avoir leurs cellules d'origine dans l'écorce grise qui recouvre ces circonvolutions. De là, elles traversent la substance blanche de l'hémisphère cérébral pour pénétrer dans la capsule interne. Ici, les fibres cortico-protubérantielles frontales ne passent pas par le bras antérieur de cette capsule, comme on l'a cru jusqu'ici. En se basant sur de nombreuses recherches anatomo-pathologiques, Déjerine a établi que les fibres de ce bras antérieur sont exclusivement des fibres cortico-thalamiques. Nous pensons que, dans la capsule interne, les fibres cortico-protubérantielles frontales se trouvent mélangées aux fibres motrices centrales et qu'elles passent par conséquent par le genou et par le segment lenticulaire du bras postérieur de cette capsule.

De là elles descendent dans le pied du pédoncule cérébral où, mélangées

aux fibres motrices, elles occupent les quatre cinquièmes internes de ce pied.

Elles pénètrent alors dans le pont de Varole, et là, elles se séparent des fibres de la voie motrice principale pour se terminer, par des ramifications libres, dans les masses grises qui constituent les noyaux du pont.

Nous avons vu que, dans ces mêmes masses grises du pont, se terminent les ramifications collatérales des fibres des faisceaux pyramidaux. L'écorce grise qui recouvre les circonvolutions centrales et la partie voisine des circonvolutions frontales de chaque hémisphère cérébral se trouve donc reliée aux noyaux gris de la moitié correspondante du pont de Varole par un faisceau volumineux de fibres nerveuses comprenant à la fois des fibres de la voie motrice principale et des fibres du faisceau cortico-protubérantiel. Toutes ces fibres mélangées passent par le segment lenticulaire du bras postérieur de la capsule interne et par les quatre cinquièmes internes du pied du pédoncule cérébral. Arrivées dans la protubérance annulaire, toutes ces fibres motrices se divisent en deux faisceaux : l'un traverse simplement le pont de Varole pour pénétrer dans la moelle allongée et la moelle épinière : c'est la partie cortico-bulbaire et la partie cortico-médullaire de la voie motrice principale ; l'autre est formé par les fibres corticales qui vont se terminer dans la protubérance : c'est la partie cortico-protubérantielle. Parmi les fibres qui constituent ces faisceaux cortico-protubérantiels, les unes se terminent dans les noyaux moteurs qui se trouvent dans la région de la calotte du métencéphale ; elles appartiennent à la voie motrice principale. Les autres se terminent dans les noyaux du pont : elles représentent le faisceau frontal cortico-protubérantiel de Flechsig et appartiennent à la voie motrice secondaire.

Les masses grises du pont sont formées de cellules nerveuses multipolaires dont les prolongements cylindraxiles vont devenir les fibres horizontales de la partie proximale de la protubérance et des pédoncules cérébelleux moyens, pour aller se terminer dans l'écorce grise cérébelleuse. Ces fibres ponto-cérébelleuses sont, en petite partie, des fibres directes reliant les noyaux du pont à l'hémisphère cérébelleux correspondant; ce sont, en majeure partie, des fibres croisées qui s'entrecroisent dans la protubérance annulaire et qui relient les masses grises d'une moitié du pont, par le pédoncule cérébelleux moyen contralatéral, à l'hémisphère cérébelleux du côté opposé.

La superposition des neurones cortico-protubérantiels directs et ponto-cérébelleux croisés donne donc naissance à une voie croisée cortico-ponto-cérébelleuse. fig. 578. Cette voie est formée de fibres descendantes ou motrices. Elle forme la partie supérieure de la voie motrice tactile secondaire.

La partie inférieure de cette voie secondaire est formée par des fibres nerveuses reliant l'écorce cérébelleuse aux cellules radiculaires des cornes antérieures de la moelle épinière ou fibres cérébello-spinales. Le trajet exact de ces fibres descendantes n'a pas encore été établi.

Marchi, Thomas, Biedl et d'autres auteurs encore admettent l'existence de fibres directes provenant de l'écorce cérébelleuse et descendant, par le pédoncule cérébelleux inférieur, dans le cordon latéral de la moitié correspondante de la moelle. Kölliker pense que ces fibres cérébelleuses relient l'hémisphère cérébelleux à l'olive bulbaire, d'où partiraient alors des fibres descendantes ou olivo-médullaires. Cajal pense que les fibres distales des pédoncules cérébelleux moyens et du pont de Varole proviennent des hémisphères cérébelleux pour descendre directement dans la moelle épinière.

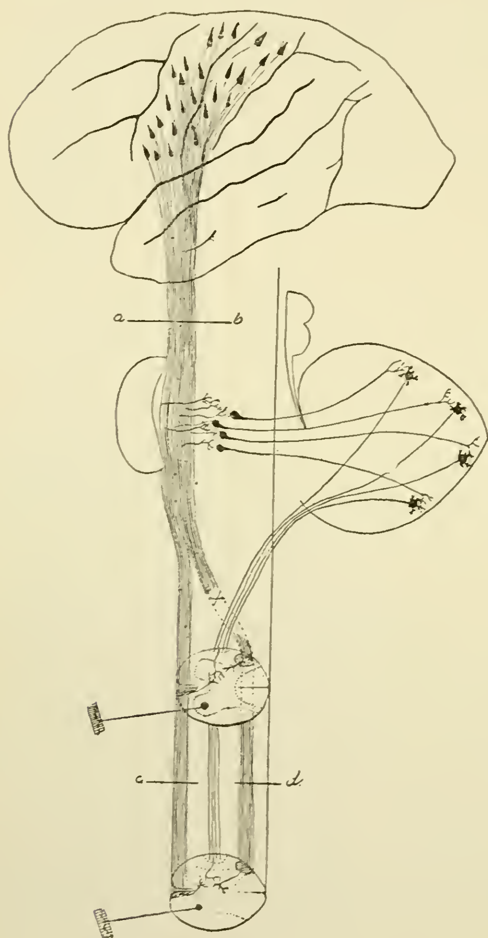


Fig. 578.

Schéma représentant la disposition des fibres de la voie motrice principale ou cortico-médullaire et de la voie motrice secondaire ou voie cérébelleuse.

Quoiqu'il en soit de ces divergences d'opinion, un fait nous paraît certain, c'est que l'écorce cérébelleuse de chaque hémisphère se trouve reliée, par des fibres descendantes ou fibres cérébello-spinales aux cellules radiculaires des cornes antérieures de la moelle.

Ces fibres cérébello-spinales, jointes aux fibres cortico- ponto-cérébelleuses, forment donc une voie descendante excessivement complexe mettant l'écorce cérébrale de la sphère tactile d'un hémisphère en connexion avec les cellules d'origine des neurones périphériques, fig. 578.

La sphère tactile de chaque hémisphère cérébral se trouve donc reliée par une double voie aux noyaux d'origine des nerfs moteurs périphériques.

1°) Par une voie directe, *voie cortico-spinale* ou voie motrice principale.

2°) Par une voie indirecte, *voie cortico-ponto-cérébelleuse* suivie d'une voie cérébelloso-spinale ou voie motrice secondaire.

Les fibres constitutives de ces deux voies se trouvent intimement

mélangées depuis l'écorce cérébrale jusque vers le milieu de la protubérance annulaire. Toute lésion survenue dans cette partie cérébrale de la voie motrice tactile, aura donc pour conséquence de soustraire complètement la moelle épinière à l'influence des cellules de l'écorce cérébrale. C'est ce qui s'observe, par exemple, dans l'hémiplégie organique. Cette lésion se traduira au-dehors par de la paralysie flasque et par la suspension complète de l'influence de la volonté sur les membres paralysés.

Vers le milieu de la protubérance annulaire les deux voies se séparent l'une de l'autre : la voie principale descend dans la moelle allongée et la moelle épinière, où elle va constituer la pyramide du bulbe et les faisceaux pyramidaux de la moelle; la voie secondaire se rend vers le cervelet et, de là, vers la moelle.

L'interruption de ces deux voies motrices dans la moelle épinière (fibres cortico-spinales et fibres cérébello-spinales), — comme cela s'observe, par exemple, dans le cas de section ou de lésion transversale complète — sera suivie également de paralysie flasque et de suspension complète de l'influence de la volonté sur les membres paralysés. Au contraire — et ceci mérite d'attirer votre attention pour vos études ultérieures de pathologie nerveuse — l'interruption, dans la moelle épinière, des fibres d'une seule de ces deux voies se traduira au dehors par des symptomes différents suivant que la voie lésée est d'origine cérébelleuse (marche titubante, absence de coordination des mouvements) ou d'origine cérébrale (marche spasmodique); mais le cerveau terminal restant, dans les deux cas, en connexion avec la moelle épinière, il y aura non seulement absence de paralysie, mais également persistance de l'influence de la volonté sur les muscles périphériques.

Littérature.

Flechsig : *Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark.* Leipzig, 1876. — Jacobsohn : *Ueber die Lage der Pyramidenvorderstrangfasern in der Medulla oblongata.* Neurolog. Centralbl., 1895. — Blocq et Onanoff : *Du nombre comparatif pour les membres supérieurs et inférieurs de l'homme, des fibres nerveuses d'origine cérébrale destinées aux mouvements.* Gazette des Hôpitaux, 1892. — Pitres : *Des scléroses bilatérales de la moelle épinière consécutives à des lésions unilatérales du cerveau.* Gazette hebdomadaire, 1881. — *Nouveaux faits relatifs à l'étude des dégénérations bilatérales de la moelle épinière consécutives à des lésions unilatérales du cerveau.* Le Progrès Médical, 1882. — *Recherches anatomo-pathologiques sur les scléroses bilatérales de la moelle épinière consécutives à des lésions unilatérales du cerveau.* Archives de physiol. norm. et patholog., 1884. — Franck et Pitres : *Des dégénérations secondaires de la moelle épinière consécutives à l'ablation du gyrus sigmoïde chez le chien.* Gazette Médicale

de Paris, 1881. — Moeli : *Ueber secundäre Degeneration.* Archiv f. Psychiatrie, Bd. XIV, 1883. — Sherrington : *Note on experimental degeneration of the Pyramidal tract.* The Lancet, 1894. — Loewenthal : *Des dégénérations secondaires de la moelle épinière consécutives aux lésions expérimentales médullaires et corticales.* Dissertation, Genève, 1885. — Furstner und Knoblauch : *Ueber Faserschwund in der grauen Substanz und über Kerntheilungsvorgänge im Rückenmark unter pathologischen Verhältnissen.* Archiv f. Psych., Bd. XXIV, 1892. — Unverricht : *Ueber doppelte Kreuzung cerebrospinaler Leitungsbahnen.* Neurolog. Centralbl., 1890. — Kusick : *Experimentelle Studien über die corticale Innervation der Rumfmusculatur.* Gesammelte Abhandl. der Medic. Klinik zu Dorpat., 1883. — Vierhuff : *Ueber absteigende Degeneration nach einseitigen Hirn- und Rückenmarksverletzungen.* Gesammelte Abhandl. der Medic. Klinik zu Dorpat, 1883. — Sandmeyer : *Secundäre Degeneration nach Exstirpation motorischer Centren.* Zeitschr. f. Biologie, 1891. — Muratoff : *Secundäre Degeneration nach Zerstörung der motorischen Sphäre.* Archiv. f. Anatomie und Phys., Anatom. Abth., 1893. — Mott : *The sensory motor functions of the central convolutions of the cerebral cortex.* Journal of Physiology, 1893. — Wertheimer et Lepage : *De l'action de la zone motrice du cerveau sur les mouvements des membres du côté correspondant.* Société de Biologie, 1896. — Rothmann : *Ueber die Degeneration der Pyramidenbahnen nach einseitiger Exstirpation der Extremitätencentren.* Neurolog. Centralbl., 1896. — v. Lenhossek : *Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen.* 1895, pp. 378-879, pp. 389-391. — Muratoff : *Zur Pathologie der Gehirndegenerationen bei Herderkrankungen der motorischen Sphäre der Rinde.* Neurolog. Centralbl., 1895. — Déjerine et Thomas : *Sur les fibres pyramidales homolatérales.* Comptes rendus de la Société de Biologie, 8 Févr. 1896. — Van Gehuchten : *Faisceau pyramidal et maladie de Little.* Journal de neurologie et d'hypnologie, 1896. — Monakow : *Experimentelle und pathologisch-anatomische Untersuchungen über die Haubenregion, den Sehhügel und die Regio subthalamica, nebst Beiträgen zur Kenntniss früh erwobener Gros-und Kleinhirndefecte.* Archiv f. Psychiatrie, Bd. XXVII, 1895. — Zacher : *Beiträge zur Kenntniss des Faserverlaufes im Pes pedunculi sowie über die corticalen Beziehungen des Corpus geniculatum internum.* Archiv f. Psychiatrie, Bd. XXII. 1891. — Déjerine : *Sur l'origine corticale et le trajet intra-cérébral des fibres de l'étage inférieur ou pied du pédoncule cérébral.* Mémoires de la Société de Biologie, 1893. — Flechsig : *Gehirn und Seele.* Leipzig, 1893. — Marchi : *Sull' origine e decorso dei peduncoli cerebellari, e sui loro rapporti cogli altri centri nervosi.* Publicazioni del R. Instituto di Studi superiori in Firenze, 1891. — Thomas : *Sur un cas d'extirpation partielle du cervelet chez le chat. Dégénérescences secondaires.* Comptes rendus de la Soc. de Biol., 21 Déc. 1895. — Biedl : *Absteigende Kleinhirnbahnen.* Neurolog. Centralbl., 1895. — Kölliker : *Handbuch der Gewebelehre.* Leipzig, 1896. — Cajal : *Conexiones distantes de las celulas de Purkinje.* Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios. Madrid, 1894. — *Pedunculo cerebeloso inferior.* Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos, Madrid, 1895.

TRENTE-NEUVIÈME LEÇON

La structure générale du système nerveux cérébro-spinal *(Suite).*

Les voies longues de la sphère auditive.

La voie ascendante ou voie sensitive acoustique : La voie sensitive acoustique périphérique. La voie sensitive acoustique centrale.

La voie descendante ou voie motrice acoustique.

Les voies longues de la sphère visuelle.

La voie ascendante ou voie sensitive optique : La voie sensitive optique périphérique. La voie sensitive optique centrale.

La voie descendante ou voie motrice optique.

Les voies longues de la sphère olfactive.

La voie ascendante ou voie sensitive olfactive : La voie sensitive olfactive périphérique. La voie sensitive olfactive centrale.

La voie descendante ou voie motrice olfactive.

Les voies longues de la sphère auditive.

La sphère auditive de chaque hémisphère cérébral est reliée à l'épithélium sensible périphérique ou organe de Corti par un faisceau de fibres nerveuses ascendantes qui constitue la *voie ascendante de la sphère auditive* ou *la voie sensitive acoustique.* Elle est reliée encore à un certain nombre de nos muscles périphériques par un faisceau de fibres nerveuses descendantes qui constitue la *voie descendante de la sphère auditive* ou *voie motrice acoustique.* Les fibres constitutives de ces deux voies représentent les fibres de projection de la sphère auditive.

La voie ascendante ou voie sensitive acoustique.

La voie ascendante de la sphère auditive est formée de deux parties : une partie périphérique et une partie centrale. La partie périphérique relie l'organe de Corti aux masses grises inférieures du myélencéphale : le noyau accessoire et le tubercule latéral ; elle constitue la *voie sensitive acoustique périphérique.* La partie centrale relie le noyau accessoire et le tubercule latéral d'un côté à la sphère auditive des deux hémisphères cérébraux : elle constitue la *voie sensitive acoustique centrale.*

La voie sensitive acoustique périphérique.

Cette voie est formée exclusivement par les fibres constitutives de la racine externe du nerf acoustique appelée encore *racine* ou *nerf cochléaire.*

Nous avons vu que les fibres de ce nerf cochléaire représentent les prolongements cylindraxiles des cellules bipolaires qui constituent le ganglion de CORTI ou ganglion spiral, FIG. **579**. Ces fibres acoustiques se

FIG. **579**.

Schéma montrant l'origine et la terminaison des fibres de la branche cochléaire du nerf acoustique.

terminent, par des ramifications libres, dans un amas de substance grise situé, en partie, en avant et, en partie, en dehors du pédoncule cérébelleux

FIG. **580**.

Coupe transversale faite au niveau de la partie supérieure du bulbe et passant par l'extrémité inférieure du tubercule acoustique latéral.

inférieur : le *ganglion ventral*. Cette masse grise ne forme cependant pas un noyau unique ; elle comprend deux parties assez nettement distinctes

dont l'une est située sur la face externe du pédoncule cérébelleux inférieur et porte le nom de *tubercule latéral*, FIG. 580 et 581, tandis que l'autre se trouve en avant et un peu en dedans de ce pédoncule et forme à proprement parler le *noyau accessoire* ou *noyau ventral*.

Ces deux masses grises ne sont pas situées exactement au même niveau. Le tubercule latéral se trouve plus bas que le noyau accessoire ; aussi, dans une série de coupes frontales faites de bas en haut dans le tronc cérébral, tombe-t-on d'abord sur le tubercule latéral, FIG. 580. C'est seulement quand ce tubercule a atteint son plus grand développement qu'apparaît insensiblement le *noyau accessoire*, FIG. 581.

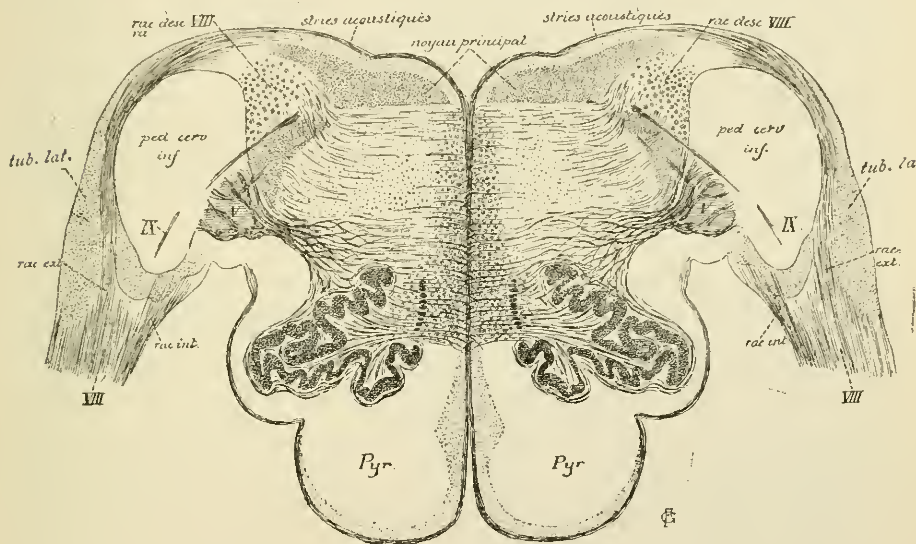


FIG. 581.

Coupe passant par les deux racines du nerf acoustique.

C'est dans le tubercule latéral et dans le noyau accessoire que se terminent les fibres du nerf cochléaire ; c'est là aussi que nous trouvons les cellules d'origine des éléments qui constituent la voie acoustique centrale.

Cette voie acoustique est d'une étude très difficile. Les auteurs qui, pour poursuivre le trajet complexe des fibres constitutives de cette voie, ont eu recours soit à la *méthode de Gudden* ou méthode expérimentale des dégénérescences secondaires (FOREL, ONUFROWICZ, V. MONAKOW, BAGINSKY, BUMM), soit à la *méthode de Flechsig* basée sur l'époque d'apparition de la myéline dans les faisceaux de fibres nerveuses physiologiquement différentes (FLECHSIG, BECHTEREW, EDINGER), n'ont pas obtenu de résultats concordants.

Les recherches récentes de Held, Kölliker et Cajal ont établi que, parmi les cellules nerveuses qui constituent le noyau accessoire et le tubercule latéral, les unes envoient leurs prolongements cylindraxiles directement en arrière, tandis que les autres envoient leurs prolongements cylindraxiles horizontalement en dedans. Ceux-ci passent au-devant de l'olive supérieure, traversent la couche formée par les fibres de la voie sensitive centrale d'origine spinale et s'entrecroisent dans le raphé avec les prolongements cylindraxiles venus des cellules nerveuses du côté opposé. Cet ensemble defibres transversales est connu sous le nom de *corps trapézoïde.*

D'après Flechsig et Bechterew, ce corps trapézoïde est formé de fibres acoustiques centrales qui, en se recourbant en haut, vont constituer la *couche latérale du ruban de Reil* et se terminer dans les éminences postérieures des tubercules quadrijumeaux.

Pour Forel, Onufrowicz et v. Monakow, au contraire, les fibres du corps trapézoïde n'appartiennent pas à la voie acoustique centrale. Edinger partage encore une autre opinion. Pour lui, les fibres du corps trapézoïde proviennent du noyau accessoire du nerf acoustique, mais elles ne se rendent pas dans la couche latérale des fibres sensitives. Ces fibres seraient en connexion avec l'olive supérieure et, par là, avec le cervelet et les noyaux des nerfs moteurs des globes oculaires.

Les fibres qui, venant du tubercule latéral et du noyau accessoire, se dirigent en arrière, contournent le pédoncule cérébelleux inférieur; elles deviennent les fibres constitutives des *stries médullaires* ou *stries acoustiques* et parcourent avec celles-ci transversalement le plancher du quatrième ventricule jusqu'au niveau du raphé. Là, elles s'entrecroisent avec les fibres des stries acoustiques du côté opposé pour s'enfoncer profondément dans la partie postérieure de la protubérance annulaire.

Tous les auteurs admettent que les fibres des stries médullaires appartiennent à la voie centrale des fibres acoustiques. Mais, tandis que pour Forel, Onufrowicz et v. Monakow, ces stries médullaires constituent la *seule voie centrale* du nerf cochléaire, Flechsig et Bechterew admettent que ces stries ne forment qu'une partie de la voie centrale, l'autre partie étant représentée par les fibres du corps trapézoïde.

La voie centrale des fibres acoustiques a été étudiée, dans ces derniers temps, par Hans Held, Kölliker et Cajal au moyen de la méthode au chromate d'argent de Golgi. Nous nous appuierons sur leurs recherches dans la description qui va suivre.

La voie acoustique centrale est donc constituée à la fois par les fibres du corps trapézoïde qui proviennent toutes du noyau accessoire et par les fibres des stries médullaires qui ont leurs cellules d'origine dans le tubercule latéral. Les fibres du corps trapézoïde aussi bien que les fibres des stries

médullaires passent, en majeure partie, la ligne médiane où elles s'entre-croisent avec les fibres du côté opposé, pour se réunir ensemble en un faisceau compact, la *couche latérale du ruban de Reil* ou *ruban de Reil inférieur (laterale Schleife* ou *untere Schleife* des auteurs allemands), et aller se terminer, en partie, dans les masses grises centrales des éminences antérieures et des éminences postérieures des tubercules quadrijumeaux, en partie, dans l'écorce grise de l'hémisphère cérébral.

Les fibres du corps trapézoïde forment une *voie acoustique ventrale* et les fibres des stries médullaires une *voie acoustique dorsale*.

Nous allons étudier en détail l'origine et le trajet des fibres constitutives de ces deux voies.

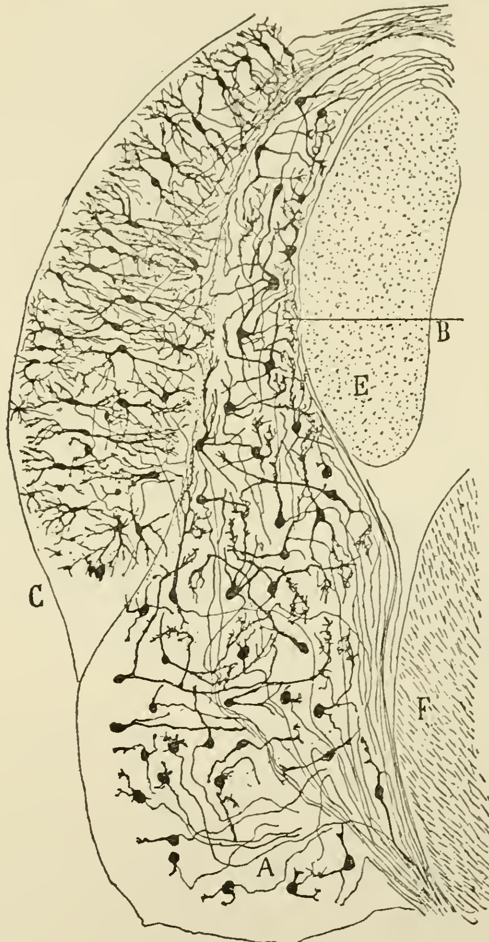


Fig. 582.
Noyau accessoire et tubercule latéral d'un lapin âgé de quatre jours (d'après Cajal).
AuB : Noyau accessoire.
C : Tubercule latéral.
E : Pédoncule cérébelleux inférieur.
F : Racine spinale du nerf trijumeau.

Corps trapézoïde ou voie acoustique ventrale. Cette voie est formée à la fois d'éléments nerveux à cylindre-axe ascendant et d'éléments nerveux à cylindre-axe descendant. Nous ne parlerons pour le moment que des éléments nerveux à cylindre-axe ascendant.

La plupart des fibres ascendantes du corps trapézoïde ont leurs cellules d'origine dans le noyau accessoire ; quelques-unes d'entre elles proviennent du tubercule latéral, fig. 582.

Le noyau accessoire est formé essentiellement d'éléments nerveux à

cylindre-axe long, dont les uns envoient leurs prolongements cylindraxiles horizontalement en dedans, tandis que les prolongements cylindraxiles des autres se dirigent en arrière, traversent ou contournent même le pédoncule cérébelleux inférieur, puis se recourbent en avant pour venir se joindre aux fibres horizontales, FIG. 582 et 583.

Ces cellules du noyau accessoire présentent des caractères morphologiques qui les rapprochent des cellules des ganglions cérébro-spinaux. L. SALA a même prétendu que toutes les cellules constitutives de ce noyau accessoire étaient des cellules unipolaires dont le prolongement unique se bifurque bientôt en un prolongement périphérique et un prolongement central. Les recherches de CAJAL ont prouvé, au contraire, que les cellules de ce noyau, tout en ayant des caractères particuliers, FIG. 582, étaient cependant pourvues de prolongements protoplasmatiques se terminant dans le noyau et d'un prolongement cylindraxile qui va devenir une fibre constitutive du corps trapézoïde.

Les fibres du corps trapézoïde se dirigent en dedans, elles traversent horizontalement les fibres de la voie sensitive médullo-corticale pour s'entrecroiser dans le raphé avec les fibres du côté opposé.

Dans ce trajet, le corps trapézoïde rencontre une masse grise assez volumineuse connue sous le nom de *olive supérieure*. Cette masse est formée de deux parties assez bien distinctes : une partie antérieure à laquelle FLECHSIG a donné le nom de *noyau du corps trapézoïde* et une partie postérieure formant l'*olive supérieure*.

HELD subdivise encore celle-ci en deux masses distinctes : l'*olive supérieure* et l'*olive accessoire interne* ou *noyau préolivaire* de CAJAL.

En traversant ces masses grises, les fibres du corps trapézoïde abandonnent un grand nombre de branches collatérales qui viennent s'y ramifier ; quelques-unes mêmes de ses fibres s'y terminent complètement. Par contre, ces masses grises sont formées de cellules nerveuses dont un grand nombre envoient leurs prolongements cylindraxiles en dedans pour se joindre aux fibres du corps trapézoïde, FIG. 584.

Entre l'olive supérieure et le raphé, le corps trapézoïde se trouve donc constitué :

1° de fibres venant du noyau accessoire, et

2° de fibres venant de l'olive supérieure et du noyau du corps trapézoïde, FIG. 584. Toutes ces fibres constituent un *faisceau acoustique croisé*.

Après entrecroisement dans le raphé, le corps trapézoïde passe par le noyau du corps trapézoïde et par l'olive supérieure du côté opposé. Il abandonne à ces masses grises un grand nombre de collatérales, et même

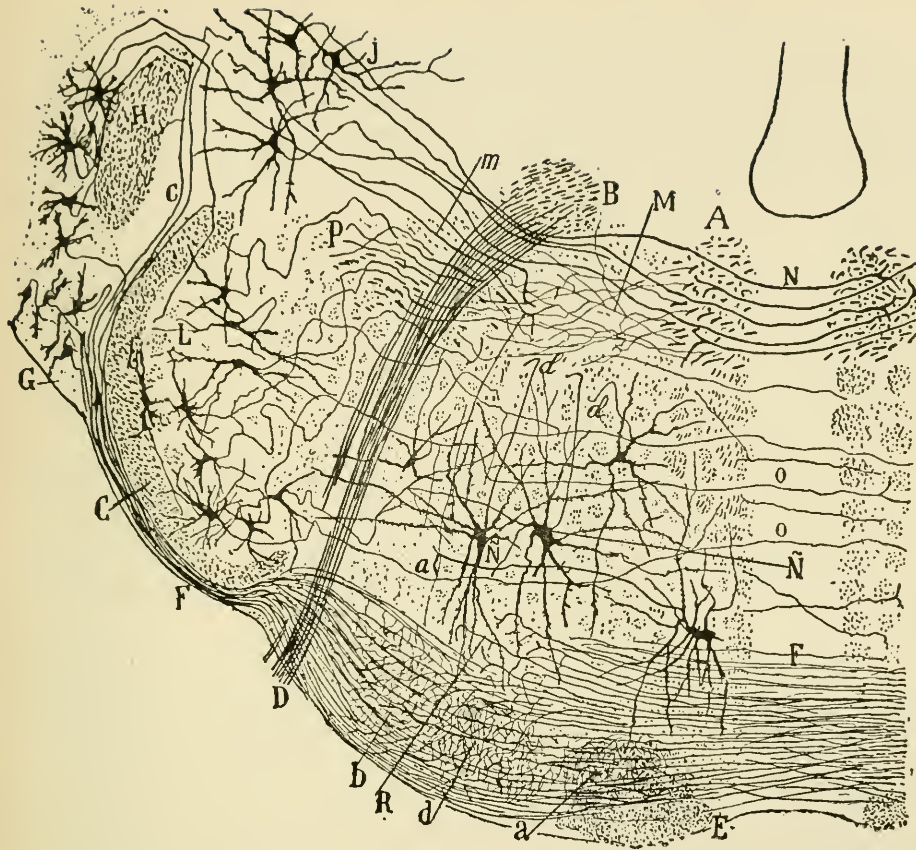


Fig. **583**.

Coupe transversale du bulbe d'une souris au niveau du ganglion de Deiters et du corps trapézoïde (d'après Cajal).

A : Faisceau longitudinal postérieur.
B et *D* : Branches radiculaires du nerf facial.
C : Racine spinale du nerf trijumeau.
E : Pyramide antérieure.
F : Fibres du corps trapézoïde.
G : Noyau accessoire.
H : Pédoncule cérébelleux inférieur.
J : Noyau de Deiters.
L : Noyau de la racine spinale du trijumeau.
M : Noyau du nerf oculo-moteur externe.
P : Voie sensitive tactile bulbo corticale.

Ce qui nous intéresse sur cette coupe, ce sont les cellules constitutives du noyau accessoires, *G*. Les cellules de la partie ventrale envoient leurs prolongements cylindraxiles en avant et en dedans dans le corps trapézoïde; les axones des cellules de la partie dorsale du même noyau contournent le pédoncule cérébelleux inférieur, *H*, pour devenir également des fibres constitutives du corps trapézoïde. En traversant l'olive supérieure, *b*, les fibres du corps trapézoïde y envoient des branches collatérales.

C'est dans la partie antéro-latérale de la formation réticulaire, *R*, que les fibres du corps trapézoïde se recourbent pour constituer la couche latérale du ruban de Reil.

quelques-unes de ces fibres constitutives. Il reçoit de ces masses grises de nouvelles fibres nerveuses ayant leurs cellules d'origine dans l'olive supérieure et dans le noyau du corps trapézoïde. Il reçoit encore, comme fibres constitutives, des branches de bifurcation venant des fibres du corps trapézoïde du *côté opposé*. Ces fibres forment un *faisceau acoustique direct*.

Toutes les fibres du corps trapézoïde, arrivées dans la partie antérieure de la formation réticulaire, se recourbent alors en haut pour devenir fibres longitudinales. Ce sont ces fibres à direction longitudinale qui vont constituer une partie de la *couche latérale du ruban de Reil* ou *couche latérale des fibres sensitives (untere* ou *laterale Schleife)*.

A ce niveau, cette couche latérale est donc constituée :

1° de *fibres croisées* venant du noyau accessoire de l'olive supérieure et du noyau du corps trapézoïde du *côté opposé;*

2° de *fibres directes* venant de l'olive supérieure, du noyau du corps trapézoïde et des fibres du corps trapézoïde du *même côté*, FIG. 584.

Stries médullaires ou voie acoustique dorsale. Cette voie est formée également d'éléments nerveux à cylindre-axe ascendant et d'éléments nerveux à cylindre-axe descendant. Pour ne pas compliquer la description, nous ne parlerons que des fibres ascendantes.

Toutes les fibres ascendantes de ces stries ont leurs cellules d'origine dans le tubercule latéral. Celui-ci renferme quelques cellules à cylindre-axe court. Il est cependant formé essentiellement de cellules à cylindre-axe long. Les cellules constitutives de ce tubercule latéral sont remarquables par leur richesse extraordinaire en prolongements protoplasmatiques, FIG. 582. Tous les prolongements cylindraxiles nés de ces cellules nerveuses se dirigent en arrière, contournent le pédoncule cérébelleux inférieur et deviennent fibres constitutives des stries acoustiques. Sur le plancher du quatrième ventricule, ces fibres se divisent en deux groupes. Les unes, en petit nombre, s'enfoncent directement dans la protubérance annulaire : elles traversent le noyau principal du nerf acoustique, croisent la branche radiculaire externe du nerf facial et se rendent dans la substance blanche voisine de l'olive supérieure du *même côté*. Là, elles vont se recourber et devenir fibres constitutives de la couche latérale du ruban de Reil. Ce sont des *fibres acoustiques dorsales directes*.

Les autres, en plus grand nombre, croisent transversalement le plancher du quatrième ventricule, s'entrecroisent dans le raphé avec les fibres du côté opposé, puis s'enfoncent dans la protubérance annulaire pour se rendre dans le voisinage de l'olive supérieure du *côté opposé*. Là, ces fibres

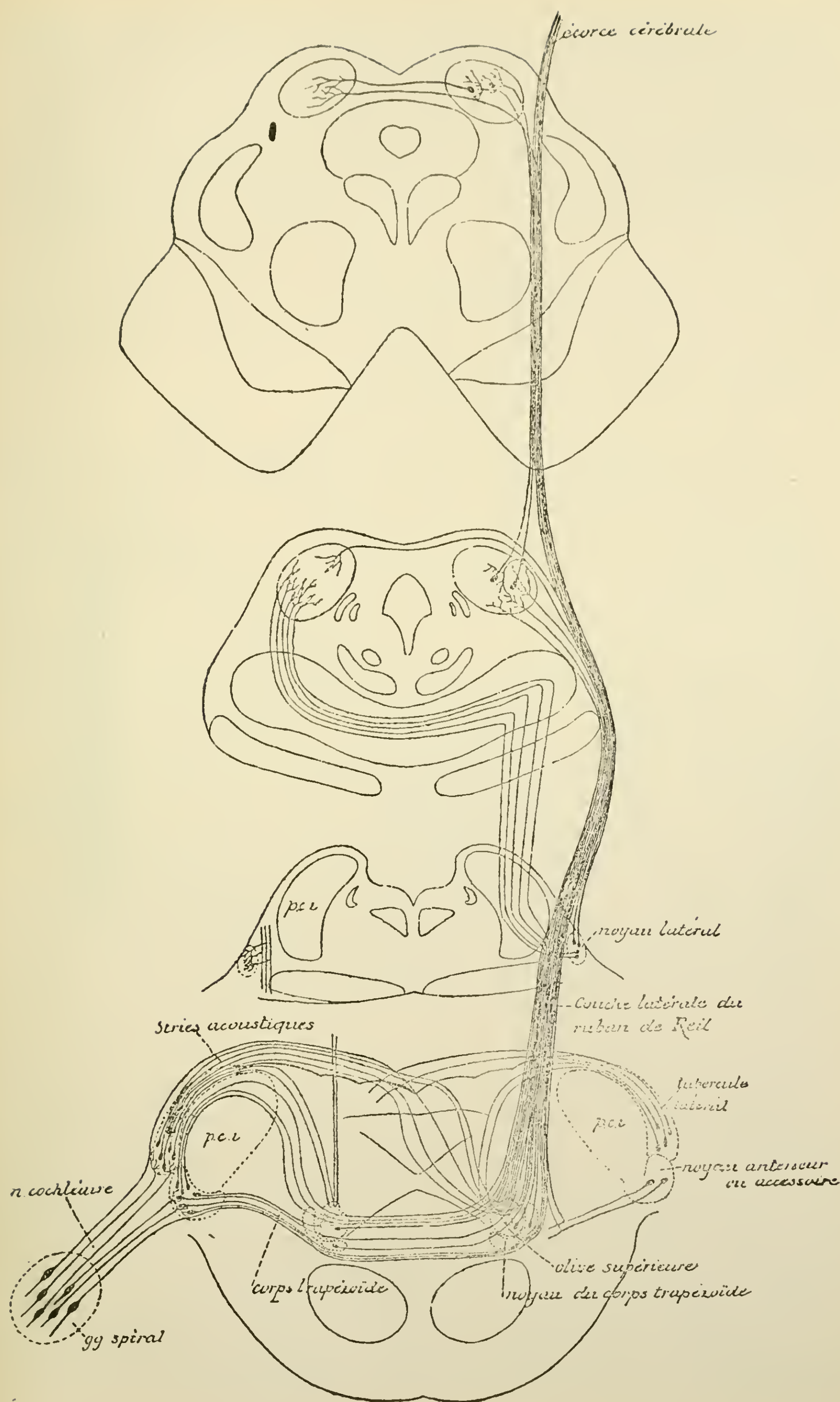


Fig. **584**.

Schéma montrant l'origine et le trajet des fibres constitutives de la voie acoustique centrale (construit d'après la description de H. Held).

des stries médullaires se recourbent en haut, deviennent fibres longitudinales et prennent part à la constitution de la couche latérale, FIG. 584. Ce sont des *fibres acoustiques dorsales croisées.*

D'après les recherches de KÖLLIKER, le tubercule latéral donnerait encore naissance à d'autres fibres nerveuses qui contournent le pédoncule cérébelleux inférieur avec les stries médullaires, croisent le plancher du quatrième ventricule jusqu'au niveau du sillon médian pour s'incliner en avant, traverser toute l'étendue du raphé en s'y entrecroisant avec les fibres du côté opposé, contourner ensuite la pyramide antérieure et l'olive et se rendre dans le pédoncule cérébelleux inférieur et dans l'hémisphère cérébelleux du côté opposé.

Couche latérale des fibres sensitives. La couche latérale des fibres sensitives se trouve donc constituée par les fibres du corps trapézoïde et par les fibres des stries médullaires. La plus grande partie des fibres de cette couche sont des *fibres croisées* venant du tubercule latéral (fibres des stries médullaires), du noyau accessoire, de l'olive supérieure et du noyau du corps trapézoïde du côté opposé (fibres du corps trapézoïde). La petite partie des fibres de cette couche latérale sont des *fibres directes* venant soit du tubercule latéral du même côté (fibres des stries médullaires), soit du noyau accessoire, de l'olive supérieure et du noyau du corps trapézoïde du même côté (fibres du corps trapézoïde).

Par le corps trapézoïde et par les stries médullaires s'opère donc un entrecroisement partiel des fibres acoustiques centrales.

La couche latérale, ainsi constituée d'une petite partie de fibres directes et d'une grande partie de fibres croisées, monte dans la protubérance annulaire. Elle occupe, dans ce trajet, la partie antéro-latérale de la formation réticulaire étant plus ou moins en contact avec les fibres de la voie sensitive médullo-corticale, FIG. 583. Arrivée à la partie inférieure du cerveau moyen, elle rencontre une masse grise nouvelle appelée *noyau latéral.* Les fibres constitutives abandonnent à cette masse grise un grand nombre de branches collatérales; quelques-unes de ses fibres y trouvent même leur terminaison. C'est à ce niveau que les fibres acoustiques quittent la voie sensitive d'origine spinale pour constituer le faisceau distinct appelé *couche latérale du ruban de Reil (untere* ou *laterale Schleife* des auteurs allemands). Les fibres de la voie sensitive spinale prennent, à partir de ce point, le nom de *couche médiane du ruban de Reil (médiale* ou *obere Schleife),* FIG. 585.

Le noyau latéral est formé de cellules nerveuses à cylindre-axe long. Quelques-unes envoient leurs prolongements cylindraxiles en bas. Nous en

parlerons plus loin. Les autres envoient leurs prolongements cylindraxiles en dedans. Ils se rendent dans le pédoncule cérébelleux supérieur voisin avec quelques-unes des fibres constitutives de la couche latérale, s'entre-croisent sur la ligne médiane, un peu en dessous des éminences postérieures, et finalement se terminent dans la masse grise centrale de cette éminence, FIG. 584.

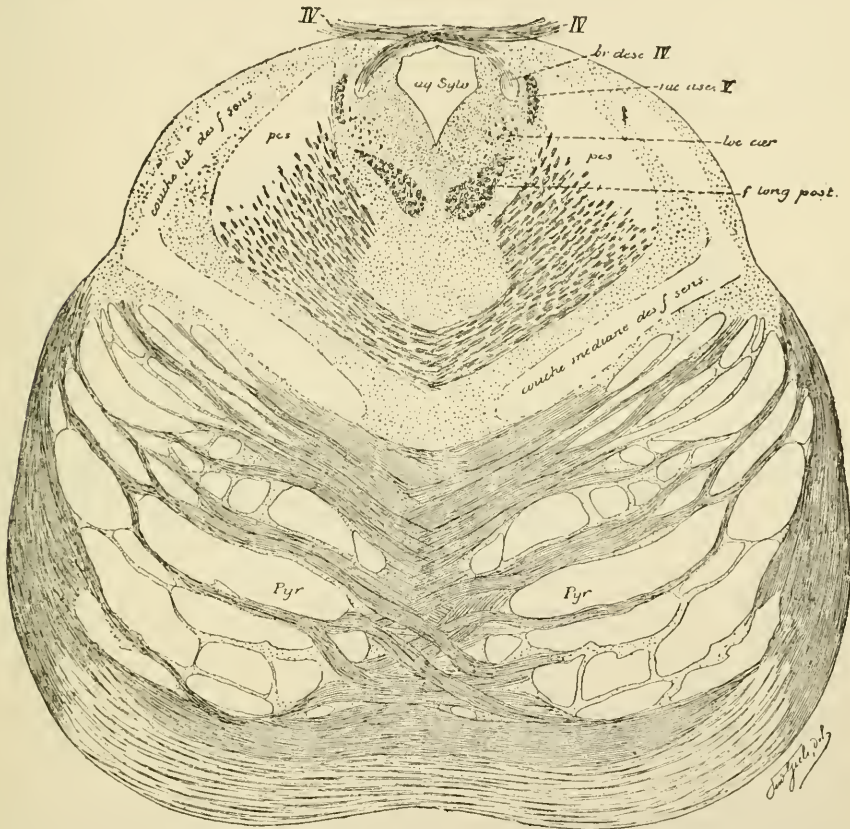


FIG. 585.
Coupe faite près du bord supérieur de protubérance annulaire et montrant la position du ruban de REIL latéral et du ruban de REIL médian.

Le plus grand nombre des cellules constitutives du noyau latéral envoient leurs prolongements cylindraxiles en haut pour aller renforcer le faisceau des fibres nerveuses de la couche latérale. Arrivées au niveau des éminences inférieures des tubercules quadrijumeaux, les fibres de la couche latérale se divisent, d'après HELD, en deux faisceaux : un interne et un externe. Le faisceau interne contourne la face externe du pédoncule cérébelleux supérieur et pénètre dans les éminences postérieures des tubercules quadrijumeaux,

où un grand nombre de ses fibres nerveuses trouvent leur terminaison, FIG. 584 et 586; quelques-unes de ces fibres passent la ligne médiane, en arrière de l'aqueduc de SYLVIUS, et se terminent dans l'éminence postérieure du côté opposé.

Quelques fibres de la couche latérale montent même plus haut dans le cerveau moyen et viennent se terminer, par des ramifications libres, dans les couches superficielles des éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux. Elles constituent, avec les ramifications terminales des fibres du nerf optique, la zone blanche superficielle de ces tubercules, FIG. 588.

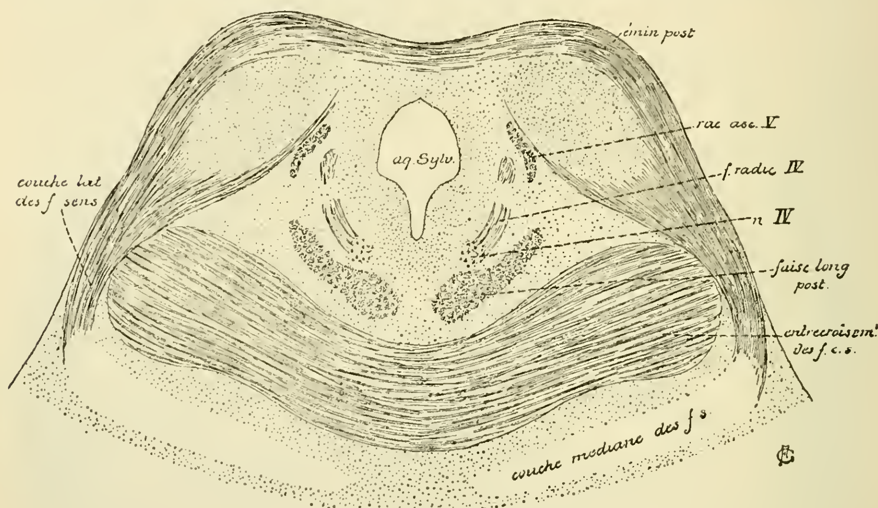


FIG. 585.

Coupe passant par les éminences postérieures des tubercules quadrijumeaux ; les fibres du ruban de REIL latéral se terminent, en grande partie, dans le noyau de ces tubercules.

Le faisceau externe des fibres acoustiques, renforcé par des fibres venues des éminences postérieures, passe par le bras postérieur des tubercules quadrijumeaux, arrive ainsi dans la région sous-optique, traverse le segment rétro-lenticulaire du bras postérieur de la capsule interne avec les fibres de la voie sensitive tactile et de la voie sensitive optique pour pénétrer dans la substance blanche de l'hémisphère cérébral. Ici, les fibres de ce faisceau s'écartent les unes des autres et vont se terminer dans l'écorce grise des circonvolutions temporales supérieure et moyenne : c'est la *voie acoustique centrale corticale.*

En résumé donc, la couche latérale du ruban de REIL, par ses fibres ascendantes, constitue une voie acoustique centrale reliant les fibres

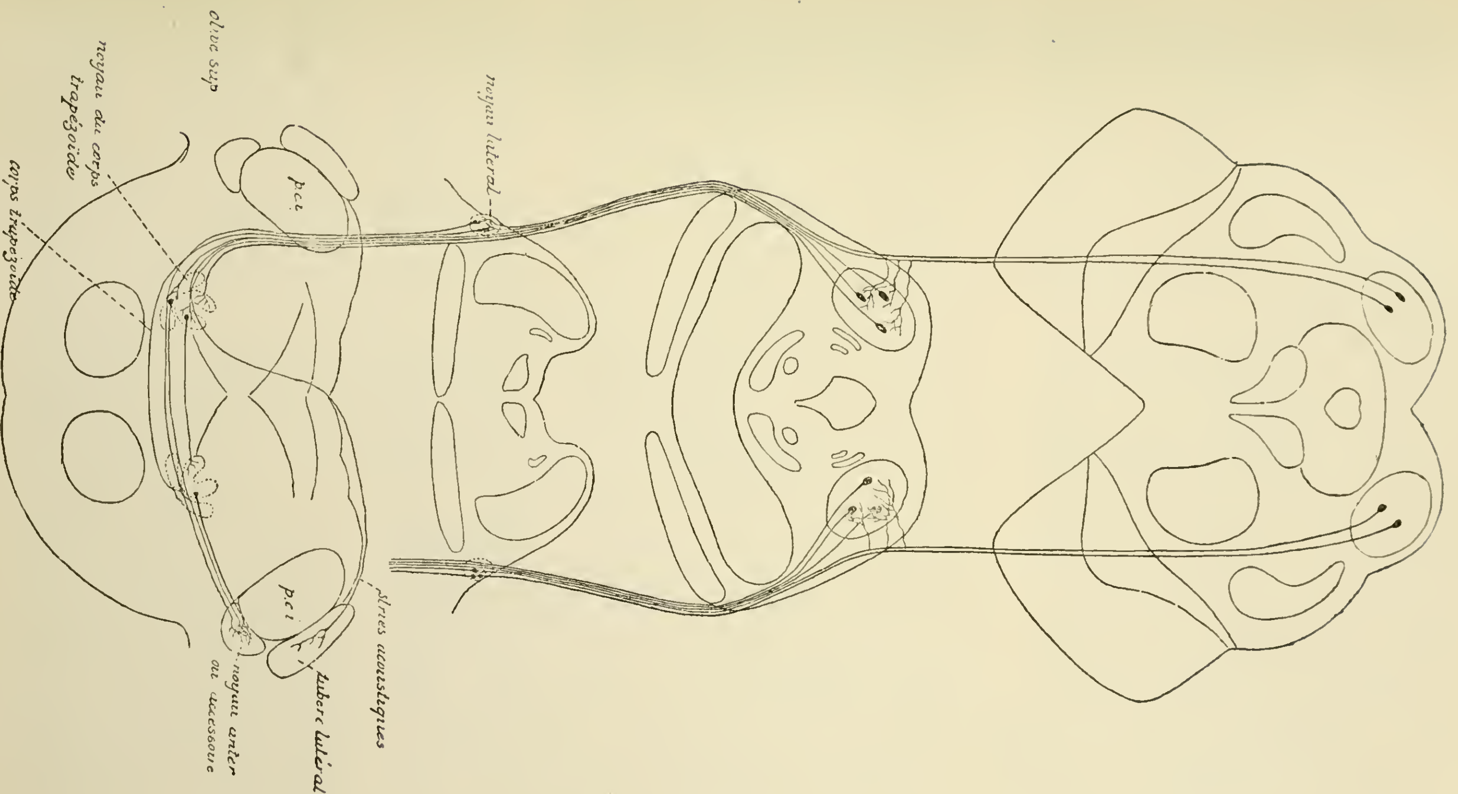


Fig. **587.**

Schéma montrant l'origine et le trajet des fibres nerveuses descendantes qui entrent dans la constitution de la voie acoustique centrale (construit d'après la description de H. Held),

acoustiques qui se terminent dans le noyau accessoire et le tubercule latéral du nerf acoustique d'*un côté*, en partie avec les masses grises des tubercules quadrijumeaux et avec l'écorce grise du lobe temporal *du même côté* ; en partie avec les mêmes masses grises des tubercules quadrijumeaux et du lobe temporal du *coté opposé*. Les fibres qui se terminent dans les tubercules quadrijumeaux sont des *voies courtes* ; elles servent aux mouvements réflexes; tandis que les fibres destinées à l'écorce cérébrale du lobe temporal sont des *voies longues* : elles représentent les véritables fibres acoustiques centrales.

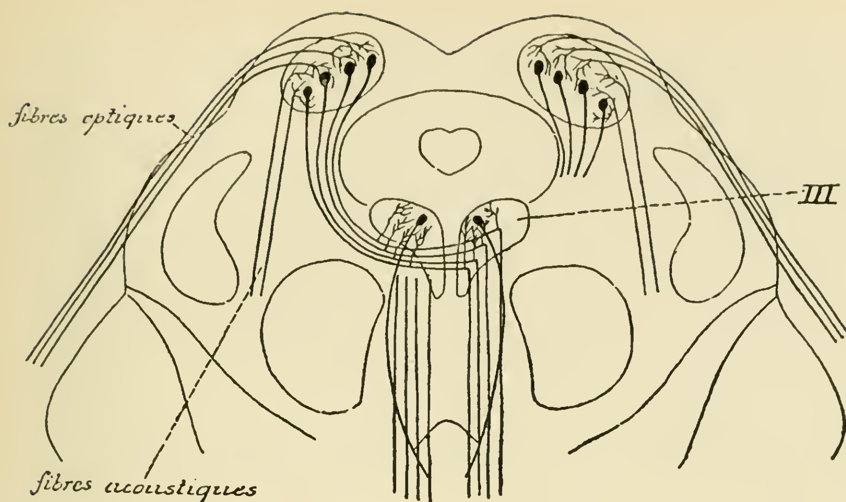
En montant de la moelle allongée jusque dans le cerveau moyen et dans le cerveau terminal, cette couche est renforcée par des fibres venant successivement de l'olive supérieure, du noyau du corps trapézoïde, du noyau latéral et du noyau central des éminences postérieures des tubercules quadrijumeaux.

Mais la couche latérale du ruban de Reil n'est pas seulement formée de fibres *ascendantes* reliant le noyau accessoire et le tubercule latéral à des masses grises supérieures : olive supérieure, noyau du corps trapézoïde, noyau latéral, noyaux des tubercules quadrijumeaux et écorce grise du lobe temporal. Elle renferme encore des éléments nerveux à *cylindre-axe descendant*. Ces éléments ont leurs cellules d'origine dans les masses grises supérieures — éminences antérieures et postérieures des tubercules quadrijumeaux, noyau latéral, noyau du corps trapézoïde et olive supérieure — pour se terminer, après un trajet plus ou moins long, dans les masses grises inférieures — éminences postérieures des tubercules quadrijumeaux, noyau latéral, olive supérieure, noyau du corps trapézoïde, tubercule latéral et noyau accessoire, FIG. 587.

On ne connaît pas la signification physiologique de ces fibres descendantes à origine centrale. Elles sont comparables aux fibres à origine centrale que renferment les deux nerfs optiques et qui vont se terminer, par des ramifications libres, dans les couches profondes de la rétine.

Nous verrons plus tard, en traitant des voies réflexes, que les fibres acoustiques qui se terminent dans les éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux viennent s'y mettre en contact avec des éléments nerveux à cylindre-axe descendant qui relient ces fibres acoustiques centrales aux noyaux d'origine des nerfs moteurs des globes oculaires et des nerfs qui dépendent de la partie supérieure de la moelle épinière, FIG. 588.

Un détail qui mérite encore d'être signalé, c'est que, en traversant le corps trapézoïde, les fibres acoustiques centrales abandonnent des collatérales qui vont se ramifier dans le noyau du nerf facial et établir ainsi une voie



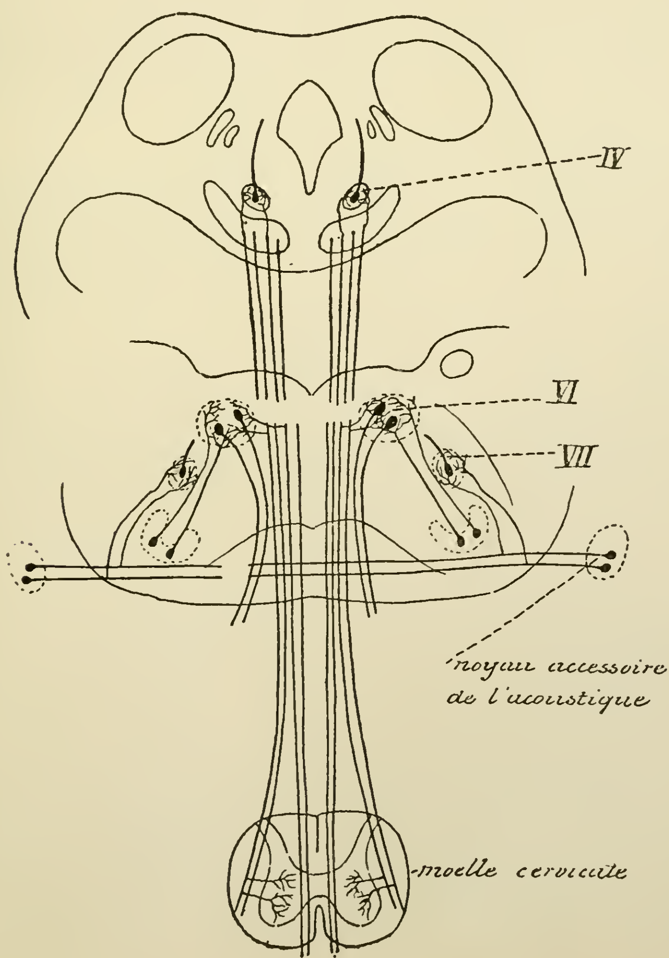


Fig. **588**.

Schéma montrant l'origine et le trajet des fibres de la voie réflexe reliant les ramifications terminales des fibres optiques et des fibres acoustiques aux noyaux d'origine du nerf oculo-moteur commun, du nerf pathétique et du nerf oculo-moteur externe.
(construit d'après les descriptions de Hans Held).

réflexe entre le nerf acoustique et le nerf de la septième paire, FIG. 588, ainsi que nous le verrons plus tard.

Par les fibres du corps trapézoïde et par les fibres des stries médullaires, les fibres acoustiques centrales présentent donc un entrecroisement partiel. Cet entrecroisement intéresse la plus grande partie des fibre acoustiques, de telle sorte que la couche latérale du ruban de Reil est formée, dans chaque moitié du tronc cérébral, d'un *faisceau croisé* très volumineux et d'un *faisceau direct* très grêle. Le corps trapézoïde et les stries médullaires constituent donc, pour les fibres acoustiques centrales, un *chiasma* analogue à celui des fibres optiques, et les couches latérales du ruban de Reil sont comparables en plusieurs points aux bandelettes optiques.

Arrivées dans les masses grises du cerveau moyen, ces couches latérales se divisent en un faisceau externe, se rendant directement dans l'écorce cérébrale, et un faisceau interne se terminant dans les masses grises du cerveau moyen et servant aux *voies réflexes*.

La voie acoustique centrale est donc formée :

1° De *fibres ascendantes* et de *fibres descendantes*. Les fibres ascendantes ont leurs cellules d'origine dans les masses grises inférieures ; les fibres descendantes ont leurs cellules d'origine dans les masses grises supérieures.

2° Les fibres ascendantes sont ou des *fibres courtes* ou des *fibres longues*. Les fibres courtes se terminent dans les masses grises inférieures (olive supérieure, noyau du corps trapézoïde, noyau latéral, éminences des tubercules quadrijumeaux); elles servent aux *voies réflexes* et constituent la *voie acoustique centrale réflexe*. Les fibres longues se terminent dans l'écorce cérébrale ; elles servent à la perception consciente et constituent la *voie acoustique centrale corticale*.

3° Des *fibres directes* et des *fibres croisées*. Les fibres directes relient les ramifications terminales des neurones périphériques d'un nerf cochléaire aux masses grises supérieures de la moitié correspondante du corps. Les fibres croisées relient ces mêmes neurones périphériques aux masses grises supérieures du côté opposé.

Nous avons vu que, d'après Kölliker, la voie acoustique serait encore reliée à l'écorce cérébelleuse par une partie des fibres des stries médullaires ; ces fibres, après entrecroisement dans le raphé, sortiraient par la fissure médiane antérieure du myélencéphale pour contourner la pyramide antérieure et se rendre, avec les fibres du pédoncule cérébelleux inférieur, jusque dans l'écorce grise du cervelet.

La voie descendante ou voie motrice acoustique.

L'existence de cette voie descendante n'est pas encore nettement établie. Il résulte des recherches anatomo-patologiques de Jelgersma, Winkler, Zacher, Kam, Freylinck, Dejerine, etc., qu'à la suite de la destruction de la partie moyenne des circonvolutions temporales et principalement de la partie moyenne de la circonvolution temporale supérieure, on observe la dégénérescence descendante des fibres du faisceau de Türck ou *faisceau ovale* occupant le cinquième externe du pied du pédoncule cérébral. Ces fibres du faisceau de Türck se terminent dans la protubérance annulaire et constituent le faisceau temporal cortico-protubérantiel de Flechsig. D'après les recherces de Déjerine, les fibres du faisceau de Türck ne passent pas par la capsule interne ; en venant de l'écorce cérébrale qui recouvre les circonvolutions temporales, ces fibres passent en dessous du noyau lenticulaire et ne se joignent aux fibres capsulaires que dans la région sous-optique.

Ces fibres descendantes relient donc la sphère auditive aux masses grises qui constituent les noyaux du pont; là, elles se mettent en connexion avec les cellules d'origine des fibres ponto-cérébelleuses et deviennent ainsi une partie constitutive de la voie motrice centrale secondaire, ou voie motrice cérébelleuse.

Les voies longues de la sphère visuelle.

La sphère visuelle de chaque hémisphère cérébral est pourvue de fibres de projection ascendantes, centripètes ou sensitives, qui constituent la *voie sensitive optique* et de fibres de projection descendantes, centrifuges ou motrices, qui constituent la *voie motrice optique*.

La voie ascendante ou voie sensitive optique.

La voie sensitive optique est formée d'une partie périphérique et d'une partie centrale.

La voie sensitive optique périphérique.

La partie périphérique de la voie optique ascendante est représentée par les cellules bipolaires de la couche moyenne de la rétine, cellules bipolaires qui se trouvent interposées entre la rangée des cellules visuelles et les cellules de la couche ganglionnaire, fig. 589.

La voie sensitive optique centrale.

La partie centrale de la voie sensitive optique vous est connue. Elle est constituée par les nerfs optiques, le chiasma des nerfs optiques et les bandelettes optiques (1). Nous avons vu, en effet, que les nerfs optiques ne sont pas formés d'éléments nerveux périphériques comme tous les autres nerfs cérébro-spinaux, mais de neurones sensitifs centraux. Ils représentent des prolongements de l'axe nerveux et ont la même structure histologique que la substance blanche de cet axe. Les cellules d'origine des fibres constitutives de cette voie optique centrale sont représentées par les cellules ganglionnaires de la couche profonde de la rétine elle-même, FIG. 589. Les prolongements cylindraxiles de ces cellules nerveuses deviennent des fibres constitutives des nerfs optiques.

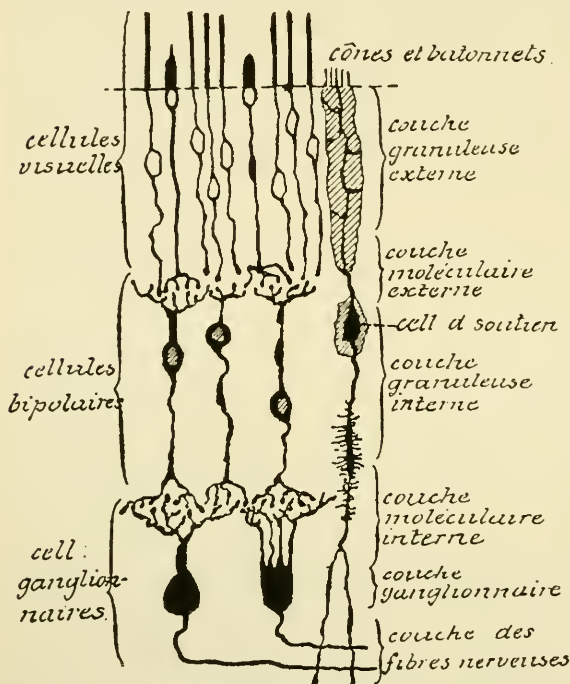


FIG. 589.

Les éléments essentiels de la rétine du chien.

La façon spéciale dont ces fibres des nerfs optiques se comportent dans le chiasma est loin encore d'être établie d'une façon définitive. Vous vous rappelez que la plupart des auteurs admettent que, dans le chiasma, les fibres optiques subissent un entrecroisement partiel, en ce sens qu'un petit faisceau de fibres passe directement dans la bandelette optique correspondante, *faisceau direct*, tandis que la plus grande partie des fibres de chaque nerf passent dans la bandelette optique du côté opposé, *faisceau croisé*, FIG. 590.

Cette manière de voir a été combattue par MICHEL et par KÖLLIKER.

(1) Nous faisons abstraction ici des fibres de la racine interne ou fibres de la commissure de GUDDEN.

S'appuyant sur des observations anatomiques faites sur le chiasma des nerfs optiques chez l'homme et chez un certain nombre de mammifères, Kölliker a admis l'existence, dans le chiasma, d'un entrecroisement complet des fibres de chaque nerf optique. Ce qui prouve que cette question,

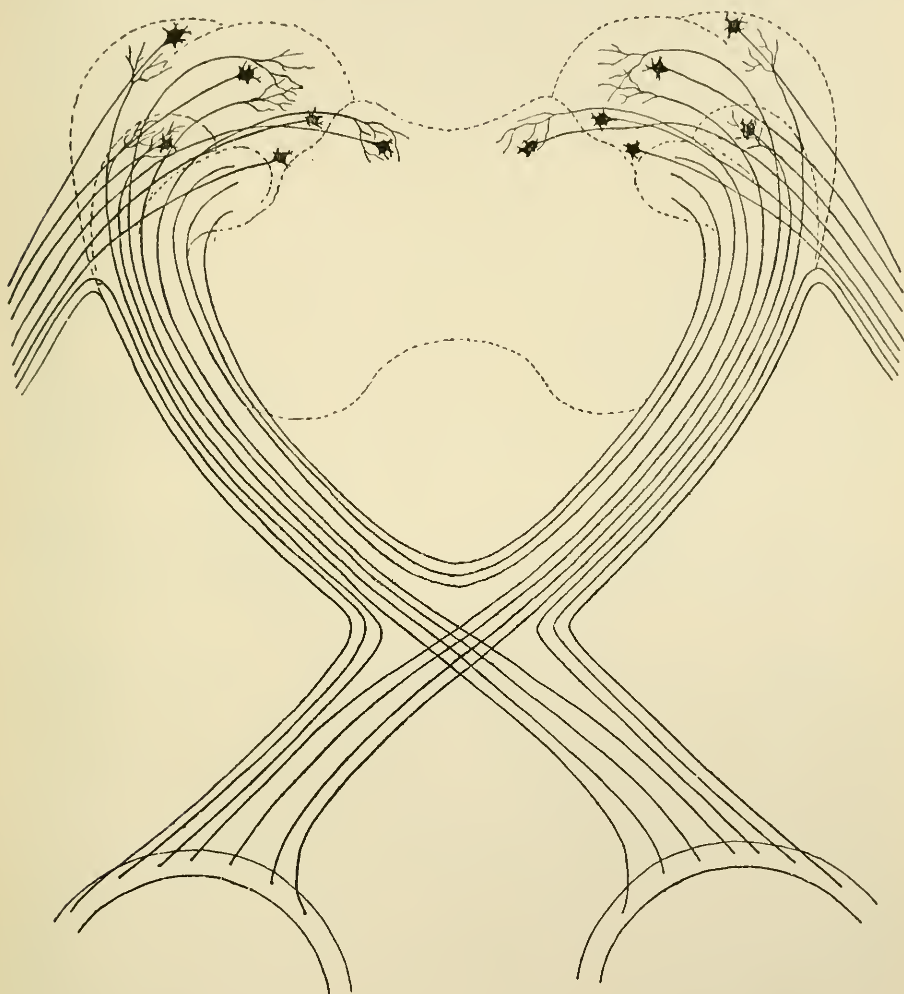


Fig. **590.**

Schéma montrant la constitution du chiasma des nerfs optiques et des bandelettes optiques.

en apparence si simple, est encore loin d'être résolue, c'est que l'opinion de Kölliker vient d'être combattue à son tour par Jacobsohn. En se basant sur les phénomènes de dégénérescence consécutive à l'extirpation d'un globe oculaire, Jacobsohn admet que l'entrecroisement des fibres optiques

est *total* chez le lapin et le cobaye. Mais il est *partiel* chez le chat et chez le singe. De plus, au dernier Congrès d'ophthalmologie tenu à Heidelberg, Schmidt-Rimpler a montré des préparations, provenant des nerfs optiques et des bandelettes optiques d'un homme qui avait été opéré de l'œil droit 13 ans avant sa mort. Le nerf optique droit était complètement atrophié; le nerf optique gauche était normal. Il y avait des fibres atrophiées dans les deux bandelettes optiques. *Ce fait prouve donc l'existence, chez l'homme, d'un entrecroisement partiel des fibres optiques dans le chiasma.*

Par la bandelette optique, les fibres optiques arrivent au cerveau moyen. Elles se séparent ici, d'après certains auteurs, en deux faisceaux : l'un pénètre directement dans la substance blanche de l'axe cérébro-spinal, se mêle aux fibres du segment rétro-lenticulaire du bras postérieur de la capsule interne pour aller se terminer dans l'écorce grise de la face interne du lobe occipital, au voisinage de la fissure calcarine.

Les fibres de l'autre faisceau se terminent, par des ramifications libres, dans les masses grises du cerveau moyen et du cerveau intermédiaire : corps genouillés externes, éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux et extrémité postérieure des couches optiques.

Dans ces masses grises se trouvent de nouvelles cellules nerveuses dont les prolongements cylindraxiles se joignent aux fibres directes précitées et se rendent, avec celles-ci, dans l'écorce cérébrale, fig. **590**.

D'après les recherches de H. Held, auxquelles nous pouvons joindre les observations que nous avons faites chez la truite, il existe encore, au moins dans les masses grises des éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux, des cellules nerveuses à cylindre-axe descendant, c'est-à-dire des éléments nerveux servant aux *voies réflexes*, ayant pour fonctions d'établir, ainsi que nous le verrons plus loin, des connexions entre les fibres optiques et les fibres acoustiques d'une part, les cellules radiculaires des nerfs moteurs des muscles de la cavité orbitaire et les cellules radiculaires de la corne antérieure de la moelle cervicale d'autre part, fig. **588**.

Vous vous rappelez que, depuis les observations de Ramon y Cajal et les nôtres, toutes les fibres des deux nerfs optiques n'ont pas leurs cellules d'origine dans la rétine. Un certain nombre d'entre elles ont une origine centrale et viennent finir, par leurs ramifications terminales, entre les cellules ganglionnaires de la couche rétinienne profonde.

La voie centrale des fibres optiques présente donc la même constitution que la voie centrale des fibres acoustiques. On y trouve :

1° Des *fibres ascendantes* et des *fibres descendantes*. Les premières, les plus nombreuses, ont leurs cellules d'origine dans la rétine ; les autres proviennent des masses grises centrales.

2° Des *fibres directes* et des *fibres croisées*. Celles-ci sont les plus nombreuses. L'entrecroisement se fait dans le chiasma des nerfs optiques.

3° Parmi les fibres ascendantes, on trouve des *fibres courtes* et des *fibres longues*. Les fibres courtes se terminent dans les éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux, les corps genouillés externes et les couches optiques. Elles servent aux voies réflexes et constituent la *voie optique centrale réflexe*.

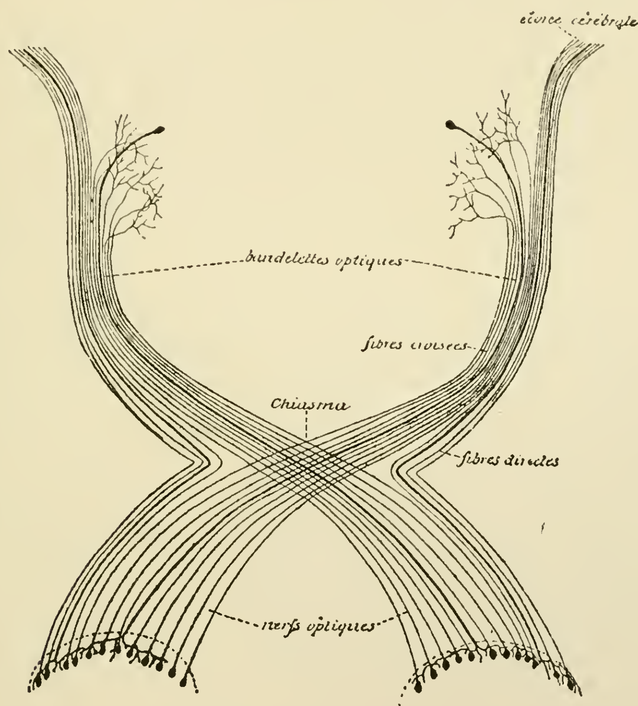


Fig. **591**.

Schéma montrant l'origine et le trajet des fibres qui constituent la voie sensitive optique centrale.

Les fibres longues se rendent directement dans l'écorce cérébrale et constituent la *voie optique centrale corticale*, fig. **591**.

La voie descendante ou voie motrice optique.

L'existence d'une voie motrice descendante en connexion avec la substance corticale de la sphère tactile n'est pas encore nettement établie.

D'après Flechsig, les fibres de cette voie descendante devraient se mettre en connexion avec les noyaux d'origine des nerfs moteurs des globes oculaires : le nerf oculo-moteur commun, le nerf pathétique et le nerf oculo-moteur externe.

Un fait établi, c'est que le centre cortical des nerfs qui innervent les muscles des globes oculaires ne se trouve pas dans la sphère tactile. Sa localisation dans la substance corticale n'a pu encore se faire. Il est hors de doute cependant qu'une connexion motrice entre l'écorce cérébrale et les muscles oculaires doit exister. Voici quelques faits qui semblent faire admettre que cette voie descendante existe et qu'elle est en connexion intime avec la sphère visuelle.

D'après les recherches expérimentales de Munk, l'excitation de l'écorce cérébrale, au niveau de la sphère visuelle, est suivie des mouvements des globes oculaires. Aussi Munk admet-il que la sphère visuelle donne origine à des fibres motrices qui se rendent dans les régions de l'écorce d'où dépendent les mouvements des yeux. Des observations anatomo-pathologiques de v. Monakow, Bechterew et Zacher tendent à établir que la destruction de l'écorce grise du lobe occipital est suivie de la dégénérescence secondaire des fibres les plus externes du pied du pédoncule cérébral. Nous avons déjà vu que, dans le cinquième externe de la base de ce pédoncule, se trouvent les fibres descendantes de la sphère auditive. Ce cinquième externe, appelé encore *faisceau latéral* ou *faisceau ovale* du pied pédonculaire, serait donc formé, si les observations de v. Monakow, Bechterew et Zacher se confirment, par les fibres de la voie motrice acoustique et de la voie motrice optique. Ces fibres descendent jusque dans la substance grise du pont de Varole. En traversant le mésencéphale, elles pourraient se mettre en connexion, par des ramifications collatérales et terminales, avec les noyaux d'origine des nerfs moteurs oculaires du côté opposé.

Littérature.

ONUFROWICZ : *Experimentelle Beitrag zur Kenntniss des Ursprunges des Nervus acusticus des Kaninchens.* Arch. f. Psychiatrie, Bd. XVI, 1885. — FOREL : *Vorläufige Mittheilung über den Ursprung des Nervus acusticus.* Neurolog. Centralbl, 1885. — FOREL und ONUFROWICZ : *Weitere Mittheilung über den Ursprung des Nervus acusticus.* Neurolog. Centralbl., 1885. — BAGINSKY : *Ueber den Ursprung und den centralen Verlauf des Nervus acusticus bei Kaninchen.* Virchow's Archiv, 1886. — *Ueber den Ursprung und den centralen Verlauf des Nervus acusticus des Kaninchens und der Katze.* Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch., Berlin, 1889. — EDINGER : *Ueber Ursprungsverhältnisse des Acusticus und die direkte sensorische Kleinhirnbahn.* Neurolog. Centralbl., 1886. — FREUD : *Ueber den Ursprung des Nervus acusticus.* Monatsschrift für Ohrenheilkunde, 1886. — BUMM : *Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Hörnervenursprungs beim Kaninchen.* Zeitschr. f. Psych., 1889. — v. MONAKOW : *Ueber den Ursprung und den centralen Verlauf des Acusticus.* Correspondenzbl. f. schw. Aerzte, 1887. — FLECHSIG : *Zur Lehre vom centralen Verlauf der Sinnesnerven.* Neurolog. Centralbl. 1886. — BECHTEREW : *Ueber die innere Abtheilung des Strickkörpers und den achten Hirnnerven.* Neurolog.-Centralbl. 1886. — *Zur Frage über den Ursprng des Hörnerven und über die physiologische Bedeutung des Nervus vestibularis.* Neurolog. Centralbl., 1887. — FLECHSIG : *Weitere Mittheilungen über die Beziehungen des unteren Vierhügels zum Hörnerven.* Neurolog. Centralbl., 1890. — BAGINSKY : *Zur Kenntniss des Verlaufs der hinteren Wurzel des Acusticus und des Verhaltniss der Striae medullares.* Berliner Gesellsch. f. Psych. und Nervenk., 1889. — v. MONAKOW : *Striae acusticae und untere Schleife.* Arch. f. Psychiatrie, Bd. XXII, 1890. — BECHTEREW : *Zur Frage über die Striae medullares des verlängerten Markes.* Neurolog. Centralbl., 1892. — EDINGER : *Zwölf Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane*, Leipzig, 1889. — HELD : *Die Endigungsweise der sensiblen Nerven im Gehirn.* Archiv. f. Anat. und Phys., Anat. Abth., 1892. — *Die centralen Bahnen des Nervus acusticus bei der Katze.* Archiv. f. Anatom. und Phys. Anat. Abth. 1891. — L. SALA : *Sull' origine del nervo acustico.* Monitore zoologico italiano, 1891. — *Ueber den Ursprung des Nervus acusticus.* Archiv. f. mikr. Anat., Bd XXXXII. — KIRILZEW : *Zur Lehre vom Ursprung und centralen Verlauf des Gehörnerven.* Neurolog. Centralbl., 1892. — CRAMER : *Beiträge zur feineren Anatomie der Medulla oblongata und die der Brücke*, Iena, 1894. — BUMM : *Experimentelle Untersuchungen über das corpus trapezoides und den Hörnerven der Katze.* Festschr. zur 150 jähr. Stiftungsfeier der Universität Erlangen, Wiesbaden, 1893 (Neurolog. Centralbl., 1894). — HELD : *Die centrale Gehörleitung.*, Archiv. f. Anat. und Phys., Anal. Abth., 1893. — KÖLLIKER : *Handbuch der Gewebelehre*, Bd II, Leipzig, 1896. — CAJAL : *Origines del acustico en las aves*, Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encefalo. Madrid, 1894. — *Nervio cochlear y ganglios acusticos.* Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos, Madrid, 1895. — OSERETZKOWSKY : *Beiträge zur Frage vom centralen Verlaufe des Gehörnerves.* Archiv f. mikr. Anat.. Bd. 45, 1895. —

ZACHER : *Beiträge zur Kenntniss des Faserverlaufes im Pes pedunculi sowie über die corticalen Beziehungen des Corpus geniculatum internum.* Archiv. f. Psychiatrie. Bd. XXII, 1891. — DÉJERINE : *Sur l'origine corticale et le trajet intra-cérébral des fibres de l'étage inférieur ou pied du pédoncule cérébral.* Mémoires de la Société de Biologie, 1893. — FLECHSIG : *Gehirn und Seele.* Leipzig, 1896. — MICHEL : *Die Sehnervendegeneration und die Sehnervenkreuzung.* Festschrift, Wurzbourg, 1887. — KÖLLIKER : *Handbuch der Gewebelehre.* Leipzig, 1896. — JACOBSOHN : *Zur Frage der Sehnervenkreuzung.* Neurolog. Centralbl., 15 sept. 1896. — SCHMIDTRIMPLER : Deutsche medic. Wochenschr., 1896, n° 36. — VAN GEHUCHTEN : *Contribution à l'étude du système verveux des téléostéens.* La Cellule. 1895. — *Le faisceau longitudinal postérieur.* Bulletin de l'Académie Royale de Médecine de Belgique. 1895. MUNK : *Sehsphäre und Augenbewegungen.* Sitgungsber der Königl. preuss. Acad. der Wissensch., 1890.

QUARANTIÈME LEÇON

La structure générale du système nerveux cérébro-spinal (*Suite*).

Les voies longues de la sphère olfactive. La voie ascendante ou voie sensitive olfactive : la voie sensitive olfactive périphérique. La voie sensitive olfactive centrale, La voie descendante ou voie motrice olfactive.

Étude comparative des voies ascendantes et descendantes des quatre sphères sensorielles.

Les voies courtes : Les voies courtes de la moelle épinière. Les voies courtes du myélencéphale, du métencéphale et du mésencéphale. Le faisceau longitudinal postérieur. Les pédoncules cérébelleux. Les voies courtes du cerveau terminal.

Les voies longues de la sphère olfactive.

Comme toutes les sphères sensorielles du cerveau terminal, la sphère olfactive de chaque hémisphère est pourvue de nombreuses fibres de projection qui la relient aux organes périphériques qui dépendent de cette partie de l'écorce grise cérébrale. Ces fibres de projection sont des fibres ascendantes, sensitives, constituant par leur ensemble la *voie ascendante* ou *voie sensitive olfactive ;* et des fibres descendantes, motrices, formant par leur réunion la voie descendante ou *voie motrice olfactive.*

La voie ascendante ou voie sensitive olfactive.

Comme toutes les voies ascendantes des sphères sensorielles de l'écorce, la voie sensitive olfactive est formée d'une partie périphérique et d'une partie centrale.

La partie périphérique relie la muqueuse olfactive aux éléments constituant du bulbe olfactif ; c'est la *voie sensitive olfactive périphérique.*

La partie centrale relie les éléments constituants du bulbe olfactif à la masse grise de la sphère sensorielle correspondante : c'est la *voie sensitive olfactive centrale.*

La voie sensitive olfactive périphérique.

Nous avons vu que cette voie est formée par les neurones olfactifs périphériques ou cellules bipolaires de la muqueuse olfactive, FIG. 592, dont le prolongement périphérique se termine à la surface libre de la muqueuse olfactive et dont le prolongement central trouve sa terminaison dans les glomérules olfactifs du bulbe, où il se met en connexion avec le prolongement protoplasmatique descendant des cellules mitrales.

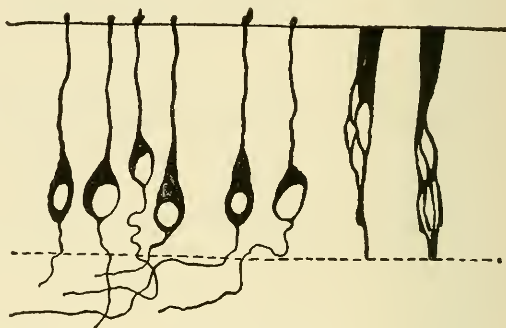


FIG. 592.
Quelques cellules nerveuses bipolaires de la muqueuse olfactive de la souris blanche.

La voie sensitive olfactive centrale.

Cette voie nerveuse commence, de chaque côté, dans le bulbe olfactif. Les cellules mitrales de la couche moyenne de ce bulbe représentent les *éléments olfactifs des centres* venant en contact, par leurs prolongements protoplasmatiques, avec les ramifications cylindraxiles des *éléments olfactifs périphériques*, FIG. 593. Les prolongements cylindraxiles de ces cellules mitrales vont constituer la bandelette olfactive. Celle-ci est comparable, pour sa structure, au nerf optique ou aux fibres acoustiques centrales constituant les stries médullaires et le corps trapézoïde.

On ne connaît pas très bien le trajet ultérieur de ces fibres olfactives centrales. Nous avons vu que, d'après CAJAL et CALLEJA, ces fibres vont se terminer dans l'écorce grise de la circonvolution de l'hippocampe, d'où partent alors d'autres fibres nerveuses se rendant, par une voie détournée (faisceau olfactif de ZUCKERKANDL et trigone cérébral), dans la substance grise de la corne d'AMMON et du faisceau denté (KÖLLIKER). Un certain nombre d'auteurs admettent que, arrivées au niveau de la commissure blanche antérieure du cerveau, les fibres de la bandelette olfactive se comportent comme les fibres de chaque nerf optique, c'est-à-dire qu'elles se divisent en deux faisceaux : un faisceau externe se rendant directement dans les racines olfactives du même côté — *faisceau direct* — et un faisceau interne passant par la commissure blanche antérieure pour se rendre dans les racines olfactives du côté opposé — *faisceau croisé* — FIG. 594.

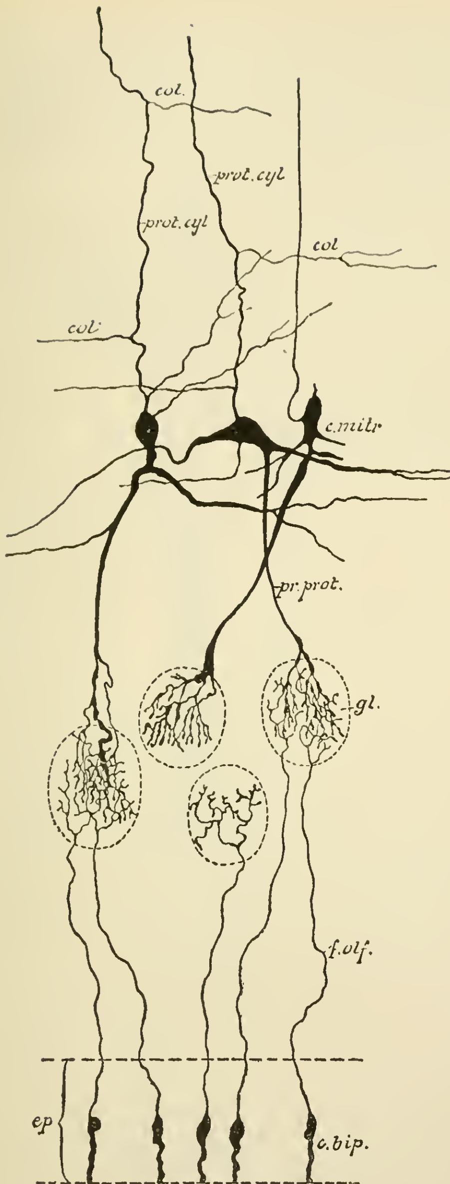


Fig. 593.

Schéma montrant le trajet des filets olfactifs et leur contact, dans les glomérules du bulbe, avec un prolongement protoplasmatique d'une cellule mitrale, chez les mammifères.

ep. : Epithélium de la muqueuse olfactive.
c. bip. : Cellules bipolaires olfactives.
f. olf. : Filets olfactifs.
gl. : Glomérules du bulbe olfactif.
c. m. : Cellules mitrales.
pr. prot. : Prolongements protoplasmatiques.
prol. cyl. : Prolongements cylindraxiles avec, *col*, leurs branches collatérales.

La commissure blanche antérieure serait donc, pour la voie olfactive centrale, au moins par une partie de ses fibres, ce que le chiasma des nerfs optiques est pour la voie optique centrale et ce que le corps trapézoïde et les stries médullaires sont pour les fibres acoustiques centrales.

D'après Golgi, Ramon y Cajal, Kölliker et Van Gehuchten, la voie olfactive centrale, ainsi formée d'éléments nerveux à origine périphérique, renfermerait aussi, comme les voies centrales optique et acoustique, des éléments nerveux à origine centrale venant se terminer, par leurs ramifications cylindraxiles, dans la couche moyenne du bulbe. La voie olfactive centrale renfermerait donc, comme les autres voies sensorielles, des fibres ascendantes et des fibres descendantes.

Les recherches de Calleja ont établi que, du bulbe olfactif jusqu'à la circonvolution de l'hippocampe, la voie olfactive centrale rencontre souvent des ilots de substance grise dans lesquels se terminent, par des ramifications collatérales ou terminales, un certain nombre de ses fibres. La voie olfactive centrale serait donc formée de *fibres courtes* et de *fibres longues*. Les fibres courtes se terminent dans la substance

grise de la bandelette elle-même, tandis que les fibres longues se perdent dans la corne d'Ammon ou dans l'écorce grise temporale. Nous pensons que ces fibres courtes servent aux voies réflexes et peuvent être considérées

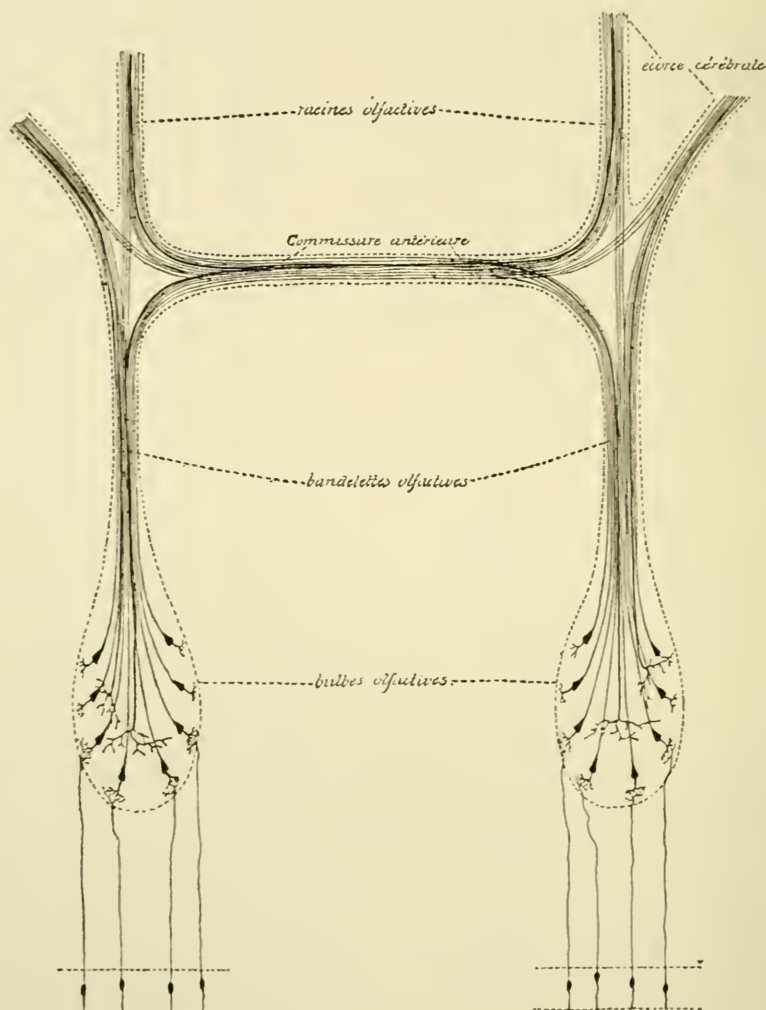


Fig. 594.

Schéma montrant l'origine et le trajet des fibres qui constituent la voie olfactive centrale

comme les éléments constitutifs d'une *voie olfactive centrale réflexe.* Les fibres longues serviraient, au contraire, à la perception consciente et constituent la *voie olfactive centrale corticale.*

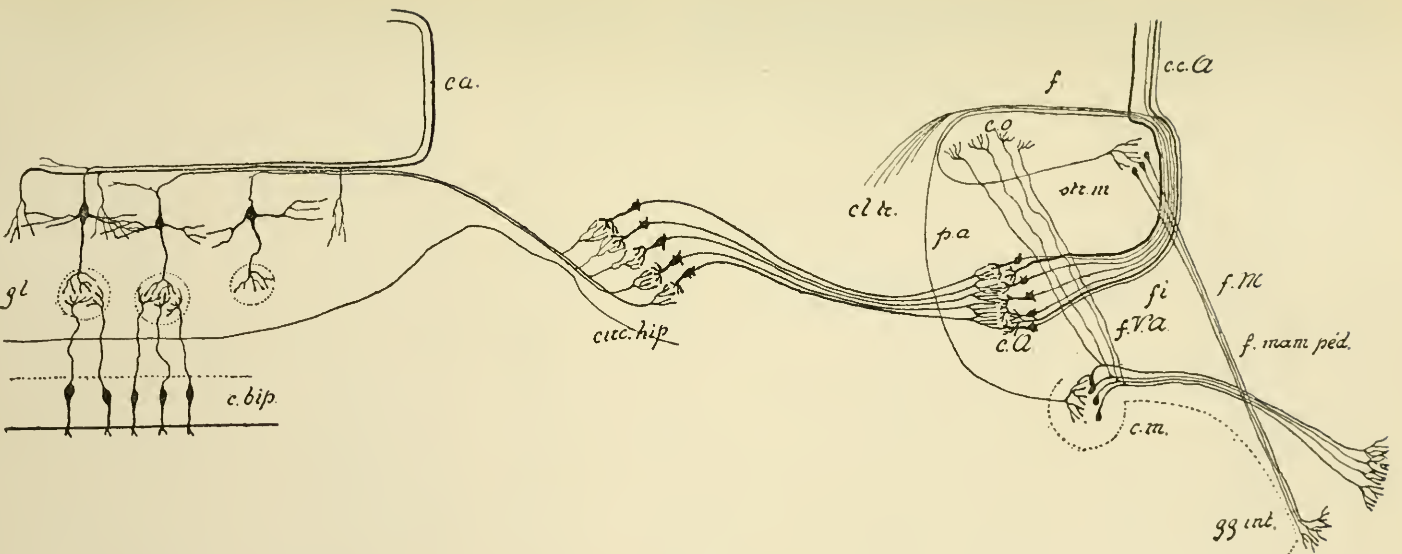


Fig. **595.**

Schéma montrant les connexions centrales des fibres olfactives.

c.bip. : Cellules bipolaires de la muqueuse olfactive ou neurones olfactifs de 1r ordre.
gl. : Glomérules olfactifs.
c. a. : Commissure antérieure.
circ. hip. : Circonvolution de l'hippocampe.
c. A. : Corne d'Ammon.
fi. : Fimbria.
c. c. A. : Commissure des cornes d'Ammon.
f. : Fornix.
c. m. : Corps mamillaire.
cl. tr. : Cloison transparente.
f. V. a. : Faisceau de Vicq d'Azyr.
p. a. : Pilier antérieur du trigone.
c. o. : Couche optique.
f. m. : Faisceau de Meynert ou faisceau rétro-réflexe.
f.mam.ped. : Faisceau de la calotte.
gg. int. : Ganglion interpédonculaire.

La voie descendante ou voie motrice olfactive.

Elle est formée par les fibres nerveuses descendantes qui ont pour fonction de relier la sphère olfactive aux noyaux d'origine réelle des nerfs moteurs périphériques. Cette voie descendante n'est pas encore connue dans tous ses détails. On sait, cependant, que de la corne d'Ammon partent des fibres nerveuses qui se rendent, par les diverses parties constitutives du trigone cérébral, dans le corps mamillaire et dans le ganglion de l'habénula des deux hémisphères fig. 595. Du ganglion de l'habénula part le faisceau de Meynert ou faisceau rétro-réflexe, du corps mamillaire naît le faisceau de la calotte. Ces deux faisceaux de fibres nerveuses descendantes se terminent dans les masses grises du cerveau moyen pour s'y mettre en connexion avec les cellules d'origine de fibres descendantes — soit du faisceau longitudinal postérieur, soit de la formation réticulaire — fibres descendantes qui vont elles-mêmes se terminer dans les masses grises qui donnent origine aux nerfs moteurs périphériques.

La voie descendante de la sphère olfactive ou voie motrice olfactive se présente donc, dans l'état actuel de la science, comme une voie longue et complexe reliant l'écorce grise de la sphère sensorielle aux cellules d'origine des nerfs moteurs périphériques.

Étude comparative des voies ascendantes et descendantes des quatre sphères sensorielles.

Après avoir étudié séparément les voies longues ascendantes et descendantes des diverses sphères sensorielles de l'écorce cérébrale, nous croyons utile de comparer ces voies les unes aux autres afin de mieux saisir les différences et les analogies qu'elles peuvent présenter dans leurs divers éléments constituants.

Les voies ascendantes.

En comparant les deux parties de la voie sensitive tactile : partie médullo-corticale (en connexion avec les nerfs spinaux) et partie bulbo- et ponto-corticale (en connexion avec les nerfs cérébraux : pneumo-gastrique, glosso-pharyngien, facial, vestibulaire et trijumeau), aux voies sensitives optiques, acoustiques et olfactives, comme nous l'avons fait dans le tableau ci-contre, on voit que toutes ces voies sont formées de parties homologues.

Voies sensitives périphériques. Il y a d'abord, dans chaque voie, des *neurones sensitifs périphériques ;* ils constituent ce qu'on appelle la *voie sensitive périphérique.* Ce sont :

Les cellules bipolaires de la rétine pour la voie sensitive optique.

Les cellules bipolaires du ganglion spiral pour la voie sensitive acoustique.

Les cellules bipolaires de la muqueuse olfactive pour les voies sensitives olfactive.

Les cellules bipolaires (unipolaires) des ganglions cérébro-spinaux pour la voie sensitive tactile.

Le prolongement périphérique de chacune de ces cellules bipolaires arrive à la surface libre de la muqueuse (nerf olfactif), ou dans la profondeur des organes et des épithéliums périphériques. Ces épithéliums servent d'intermédiaire entre les excitations externes et les ramifications terminales des fibres sensitives. Pour les nerfs de la sensibilité générale, les cellules épithéliales interposées ne servent que de conducteurs indifférents et passifs. Pour les fibres optiques et acoustiques, au contraire, ces cellules épithéliales interposées prennent des caractères particuliers ; elles deviennent des éléments actifs, des *cellules neuro-épithéliales,* telles les cônes et les bâtonnets de la rétine et les cellules ciliées de l'organe de Corti.

Le prolongement central de chacune de ces cellules bipolaires se termine dans une masse grise inférieure du névraxe : la couche profonde de la rétine, le tubercule latéral et le noyau accessoire, la couche moyenne du bulbe olfactif, la substance grise de la moelle pour les nerfs spinaux et les diverses masses du tronc cérébral connues sous le nom de noyaux terminaux des nerfs sensibles périphériques pour les nerfs de l'encéphale.

Cette connexion du neurone périphérique avec les neurones des centres ne présente pas partout les mêmes caractères.

Dans la rétine, la cellule bipolaire ne vient en contact qu'avec les ramifications protoplasmatiques des cellules ganglionnaires.

Dans le tubercule latéral et le noyau accessoire, le prolongement central des cellules bipolaires du ganglion de Corti ne rencontre que les cellules d'origine des fibres acoustiques centrales. Il en est de même pour les cellules bipolaires de la muqueuse olfactive dont le prolongement interne ne rencontre, dans le glomérule olfactif, que le prolongement protoplasmatique descendant des cellules mitrales.

Toutes les impressions auditives, visuelles ou olfactives recueillies par les neurones sensibles périphériques se transmettent donc exclusivement aux cellules d'origine des fibres des voies centrales correspondantes.

TABLEAU

montrant la constitution des différentes

	Voie des fibres optiques.	Voie des fibres acoustiques
VOIE SENSITIVE PÉRIPHÉRIQUE	Cellules visuelles de la rétine.	Cellules ciliées de l'organe de CORTI.
	Cellules bipolaires de la rétine.	Cellules bipolaires du ganglion spiral.
VOIE SENSITIVE CENTALE	Cellules ganglionnaires de la couche profonde de la rétine.	Cellules multipolaires du tubercule latéral et du noyau accessoire.
	Nerfs optiques avec le chiasma.	Corps trapézoïde et stries médullaires.
	Bandelettes optiques.	Couche latérale du ruban de REIL.
	Tubercules quadrijumeaux supérieurs. Corps genouillés externes. Couches optiques. — *Voie optique réflexe.*	Tubercules quadrijumeaux. — *Voie acoustique réflexe.*
	Ecorce cérébrale de la sphère visuelle. — *Voie optique corticale.*	Ecorce cérébrale de la sphère auditive. — *Voie acoustique corticale.*

COMPARATIF

voies sensitives et leurs parties homologues.

Voie des fibres olfactives.	Voie des fibres tactiles spinales.	Voie des fibres tactiles cérébrales.
	Cellules épithéliales de la peau et des muqueuses.	Cellules épithéliales de la peau et des muqueuses.
Cellules bipolaires de la muqueuse olfactive.	Cellules morphologiquement unipolaires, mais embryologiquement et physiologiquement bipolaires des ganglions spinaux.	Cellules morphologiquement unipolaires, mais embryologiquement et physiologiquement bipolaires des ganglions cérébraux.
Cellules mitrales de la couche moyenne du bulbe olfactif.	Cellules des cordons de la substance grise de la moelle.	Cellules des noyaux terminaux sensitifs des nerfs craniens.
Bandelettes olfactives et commissure antérieure du cerveau terminal.	Commissure antérieure de la moelle et entrecroisement des fibres du ruban de Reil à la partie moyenne de la moelle allongée.	Fibres arciformes internes.
Racines olfactives.	Faisceau fondamental du cordon postérieur faisceau fondamental du cordon antéro-latéral et faisceau de Gowers de la moelle épinière; couche interolivaire, couche médiane du ruban de Reil.	Couche de fibres situées dans la partie postéro-latérale de la formation réticulaire.
	Différents étages de la moelle. Cervelet. Couches optiques. } *Voie tactile spinale réflexe.*	Différentes masses grises du tronc cérébral. Cervelet. Couches optiques. } *Voie tactile cérébrale réflexe.*
Ecorce cérébrale de la sphère olfactive. } *Voie olfactive corticale.*	Ecorce cérébrale de la sphère tactile. } *Voie tactile spinale corticale.*	Ecorce cérébrale de la sphère tactile. } *Voie tactile cérébrale corticale.*

Il n'en est pas de même pour les neurones périphériques de la voie tactile. Le prolongement interne des cellules des ganglions spinaux, après s'être bifurqué dans le cordon postérieur de la moelle, va se mettre en connexion, par ses ramifications cylindraxiles collatérales et terminales, avec toutes les cellules constitutives de la substance grise de la moelle : avec des cellules radiculaires dont les axones se rendent dans les muscles périphériques; avec des cellules des cordons dont les unes envoient leur axone, par le pédoncule cérébelleux inférieur, jusque dans l'écorce grise du cervelet; dont les autres représentent les cellules d'origine des fibres ascendantes ou descendantes des voies courtes de la moelle; dont un petit nombre enfin appartiennent seules à la voie sensitive médullo-corticale. Les ébranlements nerveux périphériques amenés, dans la substance grise de la moelle, par une fibre des racines postérieures, ne se transmettent donc pas exclusivement aux cellules de la voie sensitive centrale, mais encore à d'autres cellules nerveuses. Celles-ci n'interviennent en aucune façon dans l'acte de transmettre l'excitation jusqu'à l'écorce, mais elles permettent à l'organisme de répondre, par voie réflexe, à l'excitation externe alors même que la voie vers l'écorce serait interrompue.

Il en est de même pour les nerfs sensibles craniens. Le noyau terminal du vague et du glosso-pharyngien ainsi que le noyau accompagnant le faisceau solitaire les différents noyaux en connexion avec les fibres du nerf vestibulaire, le noyau terminal de la partie sensitive du nerf trijumeau et la longue colonne de substance grise qui accompagne la racine spinale de ce dernier nerf; toutes ces masses grises dans lesquelles se terminent les nerfs sensitifs périphériques sont formées de cellules nerveuses ; mais ces cellules nerveuses n'ont pas toutes les mêmes connexions. Les unes envoient leurs axones dans la formation réticulaire : ce sont des fibres courtes ascendantes et descendantes qui vont se terminer dans des masses grises voisines ; le prolongement cylindraxile des autres va devenir une fibre constitutive ascendante ou descendante (quelquefois même à la fois ascendante et descendante) du faisceau longitudinal postérieur : ces cellules se mettront en connexion avec les noyaux des nerfs moteurs. Les dernières enfin représentent les cellules d'origine de la voie ascendante de la sphère tactile ayant pour fonction de conduire vers l'écorce cérébrale l'excitation amenée par le neurone périphérique.

Toutes ces voies secondaires, qui peuvent être ébranlées par une excitation périphérique d'un nerf sensitif cérébro-spinal, servent aux mouvements réflexes, nous y reviendrons plus loin. Nous considérons pour le moment exclusivement les seuls neurones dont le prolongement cylindraxile devient une fibre constitutive de la voie tactile ascendante.

Voies sensitives centrales. Chaque voie sensitive présente des *neurones centraux ;* ceux-ci constituent les *voies sensitives centrales.*

Les éléments nerveux des centres ont leurs cellules d'origine dans les parties inférieures de l'axe cérébro-spinal :

Les cellules ganglionnaires de la couche profonde de la rétine pour la voie optique.

Les cellules multipolaires du tubercule latéral et du noyau accessoire pour la voie acoustique.

Les cellules mitrales de la couche moyenne du bulbe olfactif pour la voie olfactive.

Un certain nombre des cellules des cordons de la substance grise de la moelle et des cellules constitutives des noyaux des faisceaux de Goll et de Burdach pour la voie sensitive médullo-corticale.

Un certain nombre des cellules constitutives des noyaux terminaux sensitifs des nerfs cérébraux pour la voie sensitive bulbo- et ponto-corticale.

Ces neurones cérébro-spinaux envoient leurs prolongements cylindraxiles vers les parties supérieures de l'axe cérébro-spinal. Parmi ces prolongements, les uns restent dans la même moitié de l'axe nerveux, les autres s'entrecroisent sur la ligne médiane et se rendent dans la moitié opposée de cet axe.

Les *fibres directes* se rendent dans la substance blanche de la *moitié correspondante* de l'axe nerveux :

La bandelette optique.

La couche latérale du ruban de Reil.

Les racines olfactives.

Le faisceau de Gowers, le faisceau fondamental du cordon postérieur et du cordon antéro-latéral et la couche interolivaire.

La partie postéro-latérale de la formation réticulaire du bulbe et de la protubérance annulaire.

Les *fibres croisées* se rendent dans la substance blanche de la *moitié opposée* de l'axe nerveux :

La bandelette optique.

La couche latérale du ruban de Reil.

Les racines olfactives.

Le faisceau de Gowers, le faisceau fondamental du cordon antéro-latéral et la couche interolivaire.

La partie postéro-latérale de la formation réticulaire du bulbe et de la protubérance annulaire.

L'entrecroisement partiel de toutes ces fibres centrales se fait dans :

Le chiasma des nerfs optiques.

Le corps trapézoïde et les stries médullaires.

La commissure antérieure du cerveau terminal.

La commissure blanche antérieure de la moelle et l'entrecroisement des fibres du ruban de Reil à la partie inférieure de la moelle allongée.

Le tronc cérébral par la plus grande partie des fibres arciformes internes.

Après entrecroisement, les *fibres directes* réunies aux *fibres croisées* constituent, dans chaque moitié de l'axe nerveux :

La bandelette optique.

La couche latérale du ruban de Reil.

Les racines olfactives.

Le faisceau de Gowers, le faisceau fondamental du cordon antéro-latéral, la couche interolivaire de la moelle allongée et la couche médiane du ruban de Reil dans la protubérance.

La partie postéro-latérale de la formation réticulaire dans le myélencéphale et le métencéphale.

Les fibres de ces diverses voies centrales vont se terminer :

Dans les éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux, les corps genouillés externes et les couches optiques pour les fibres des voies optiques.

Dans les éminences postérieures et antérieures des tubercules quadrijumeaux pour les fibres des voies acoustiques.

Dans la circonvolution de l'hippocampe pour les fibres des voies olfactives.

Dans les couches optiques pour les fibres des voies tactiles.

Mais ici encore, les diverses voies sensitives présentent des différences importantes à signaler :

Les fibres optiques se rendent de la rétine jusqu'aux masses grises du mésencéphale et du diencéphale sans présenter sur leur trajet aucune autre connexion nerveuse.

Les fibres olfactives rencontrent des ilots de substance grise situés dans l'épaisseur de la bandelette olfactive.

Les fibres acoustiques se mettent en connexion avec une longue trainée de substance grise formée successivement par l'olive supérieure et le noyau du corps trapézoïde des deux côtés, le noyau latéral et les masses grises centrales des tubercules quadrijumeaux.

Les fibres de la voie tactile émettent, sur leur trajet, de nombreuses collatérales qui les mettent en connexion avec les masses grises motrices de toute la partie inférieure du névraxe.

Toutes ces multiples connexions que présentent les fibres de la voie acoustique et surtout les fibres de la voie tactile servent encore aux mouvements réflexes.

Dans les masses grises supérieures, les fibres constitutives de toutes ces voies centrales se mettent de nouveau en connexion avec de nombreuses cellules nerveuses, dont un certain nombre envoient leurs prolongements cylindraxiles dans les parties inférieures de l'axe nerveux. Ces fibres descendantes entrent dans la constitution des voies réflexes. Le plus grand nombre de ces cellules nerveuses représentent cependant les cellules d'origine de fibres ascendantes destinées à l'écorce cérébrale.

Elles vont se terminer dans l'écorce grise des hémisphères cérébraux ;

La face interne du lobe occipital ou *sphère visuelle* pour les fibres optiques.

Les circonvolutions temporales supérieure et moyenne ou *sphère auditive* pour les fibres acoustiques.

La corne d'Ammon, la circonvolution de l'hippocampe et le repli unciforme ou *sphère olfactive* pour les fibres olfactives.

Les circonvolutions centrales et le lobule paracentral ou *sphère tactile* pour les fibres sensitives cérébro-spinales.

Ces fibres servent à la perception consciente et constituent les *voies sensitives centrales corticales.*

Toutes ces fibres corticales de ces diverses voies sensitives, à l'exception des fibres olfactives, réunies en un petit faisceau compact, passent par le segment rétro-lenticulaire du bras postérieur de la capsule interne ou *carrefour sensitif de Charcot*, puis elles s'écartent en rayonnant les unes des autres avant de se terminer dans l'écorce grise cérébrale.

Les voies descendantes.

Nos connaissances concernant l'origine, le trajet et les connexions des voies descendantes de la sphère auditive, de la sphère visuelle et de la sphère olfactive présentent encore de grandes lacunes. Dans l'état actuel de la science il n'est pas possible de mettre ces voies en parallèle avec la voie descendante de la sphère tactile. Quant à celle-ci, nous avons vu que, contrairement à ce qui se passe pour les voies ascendantes, toutes ses fibres constitutives s'étendent de l'écorce cérébrale jusque dans les noyaux d'origine des nerfs moteurs périphériques. Elles relient donc directement la substance corticale du télencéphale aux cellules d'origine des neurones périphériques.

Les voies courtes.

Les voies courtes existent en nombre considérable dans les différentes parties de l'axe nerveux.

Les voies courtes de la moelle épinière.

Dans la *moelle épinière,* les fibres qui constituent les voies courtes occupent une grande partie du faisceau fondamental du cordon antéro-latéral, FIG. 596, et, dans le cordon postérieur, elles occupent la zone des fibres cornu-commissurales, la virgule de SCHULTZE, le centre ovale de FLECHSIG et le triangle de GOMBAULT et PHILIPPE.

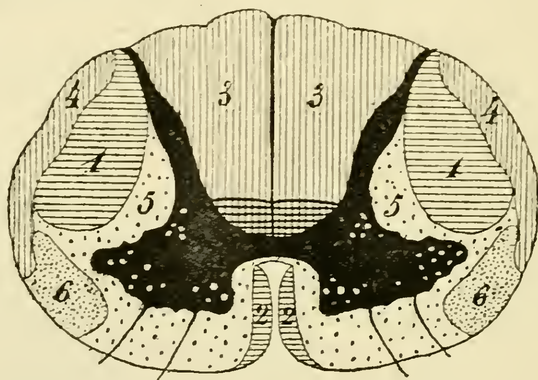


FIG. 596.

Position des différents faisceaux de fibres nerveuses qui constituent la substance blanche de la moelle.

1. : Faisceau pyramidal du cordon latéral.
2. : Faisceau pyramidal du cordon antérieur.
3. : Cordon postérieur : le sommet de chaque cordon est occupé par les fibres de la zone ventrale des cordons postérieurs ou fibres cornu-commissurales.
4. : Faisceau cérébelleux.
5. : Faisceau fondamental du cordon antéro-latéral.
6. : Faisceau de GOWERS.

Ces fibres courtes ou fibres commissurales longitudinales ont leurs cellules d'origine dans la substance grise de la moelle elle-même, soit dans la substance grise de la moitié de la moelle correspondante au faisceau que l'on considère, soit dans la substance grise de la moitié opposée. Ces voies courtes sont donc formées de neurones des cordons tautomères et hétéromères. Les prolongements cylindraxiles de ces cellules des cordons deviennent, dans la substance blanche, des fibres longitudinales à la fois ascendantes et

descendantes ; elles quittent bientôt cette substance blanche, après un trajet plus ou moins long, pour se terminer dans la substance grise.

Ces fibres commissurales longitudinales ou voies courtes ne forment pas un système indépendant ; elles appartiennent en réalité à la *voie sensitive tactile* et servent aux mouvements réflexes. Ces fibres courtes constituent une partie de la *voie sensitive tactile réflexe*. Nous avons vu, en effet, que les fibres de la voie sensitive médullo-corticale ont leurs cellules dans les différentes régions de la substance grise et que ces fibres montent dans la substance blanche de la moelle en partie comme faisceau direct et en partie comme faisceau croisé.

Nous avons vu encore que ces fibres sensitives comprennent des fibres courtes et des fibres longues. Les fibres longues seules se rendent, par deux neurones superposés, jusque dans l'écorce cérébrale; elles constituent la voie sensitive centrale corticale. Les fibres courtes se terminent dans une masse grise inférieure, soit dans la substance grise de la moelle épinière — fibres de la zone ventrale des cordons postérieurs et une partie des fibres du faisceau fondamental du cordon antéro-latéral, — soit dans la substance grise du cervelet — fibres du cérébelleux du cordon latéral —, soit dans la couche optique — fibres du ruban de Reil thalamique. —

Les voies courtes de la moelle allongée, de la protubérance annulaire et du cerveau moyen.

Les voies courtes du tronc cérébral nous sont encore peu connues.

Nous savons que les fibres courtes de la voie optique centrale se terminent dans les éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux et que les fibres courtes de la voie acoustique centrale se terminent dans une des masses grises situées sur le trajet de la couche latérale du ruban de Reil et principalement dans les éminences postérieures et les éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux. Ces fibres courtes forment la voie optique centrale réflexe et la voie acoustique centrale réflexe.

Pour ce qui concerne les voies courtes en connexion avec la partie sensitive du nerf trijumeau, du nerf facial, du nerf glosso-pharyngien et du nerf pneumo-gastrique et avec les fibres constitutives du nerf vestibulaire ; les recherches anatomiques de ces dernières années ont établi, d'une façon incontestable, que toutes les masses grises qui servent de noyaux terminaux à des nerfs sensibles périphériques ne sont pas formées exclusivement de cellules nerveuses dont les axones vont prendre part à la constitution de la voie sensitive centrale. A côté de ces cellules on en trouve d'autres, non

moins abondantes, dont les prolongements cylindraxiles vont se rendre dans la substance blanche de la formation réticulaire ou dans le faisceau longitudinal postérieur, FIG. 597, pour y devenir des fibres ascendantes, des

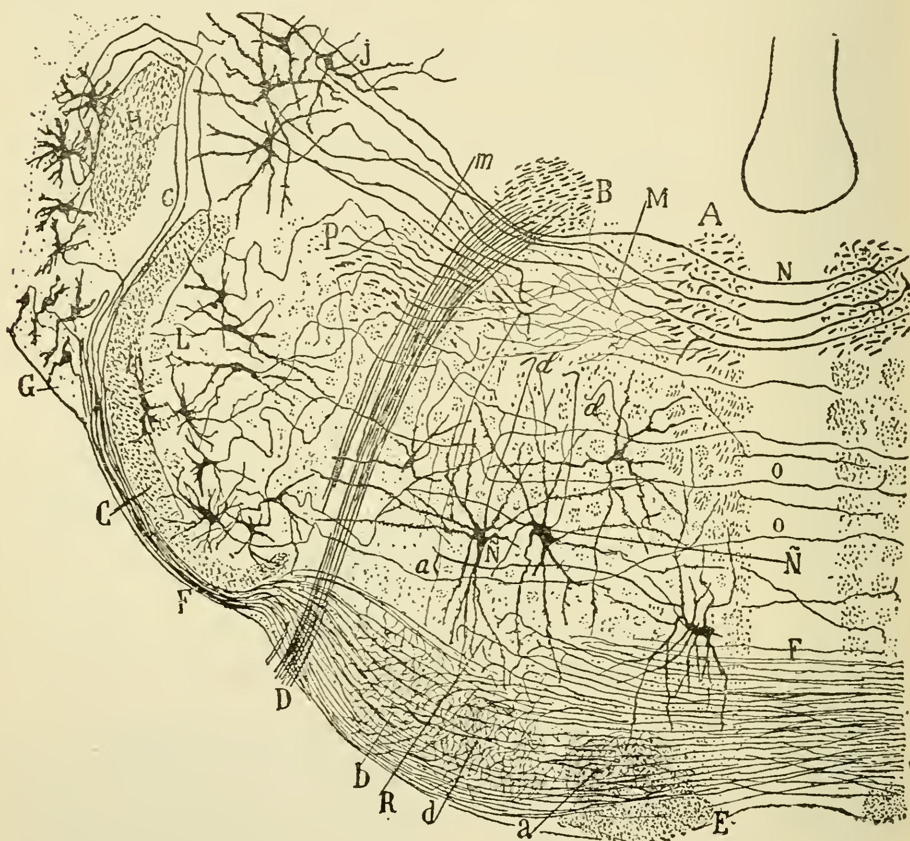


FIG. **597**.

Coupe transversale du bulbe d'une souris au niveau du ganglion de DEITERS et du corps trapézoïde (d'après CAJAL).

A : Faisceau longitudinal postérieur.
B et *D* : Branches radiculaires du nerf facial.
C : Racine spinale du nerf trijumeau.
E : Pyramide antérieure.
F : Fibres du corps trapézoïde.
G : Noyau accessoire.
H : Pédoncule cérébelleux inférieur.
J : Noyau de DEITERS.
L : Noyau de la racine spinale du trijumeau.
M : Noyau du nerf oculo-moteur externe.
P : Voie sensitive tactile bulbo corticale.

Ce qui nous intéresse sur cette coupe, ce sont les cellules constitutives du noyau de DEITERS dont quelques-unes envoient leur prolongement cylindraxile dans le faisceau longitudinal postérieur. Puis des cellules nerveuses de la partie antérieure de la formation réticulaire dont les axones se recourbent daus la substance blanche du myélencéphale.

fibres descendantes ou bien à la fois, après bifurcation, des fibres ascendantes et descendantes. Bien plus, un grand nombre des fibres nées des cellules de ces masses grises et qui doivent prendre part à la constitution de la voie sensitive centrale, au moment de se recourber dans la substance blanche pour devenir fibres ascendantes, émettent des branches descendantes qui vont descendre dans l'axe nerveux et qui ne peuvent servir qu'aux mouvements réflexes. Il en est de même de toutes les collatérales que les fibres de la voie sensitive centrale émettent pendant leur trajet ascendant dans l'axe nerveux, collatérales qui vont se ramifier et se terminer entre les cellules constitutives des noyaux d'origine des nerfs moteurs périphériques. Tous ces neurones, en connexion avec les nerfs sensibles périphériques et qui n'entrent pas dans la constitution de la voie sensitive centrale, ont pour fonction de transmettre les ébranlements nerveux, amenés par les neurones périphériques, aux cellules des masses grises motrices situées ou plus haut ou plus bas dans l'axe nerveux. Ils interviennent uniquement dans la constitution des voies réflexes et forment les éléments constituant des *voies courtes*.

Les fibres des voies courtes, excessivement nombreuses, se trouvent éparpillées dans les diverses régions de la formation réticulaire du myélencéphale, du pont le Varole et du mésencéphale. Quelques-unes d'entre elles, beaucoup plus longues et beaucoup plus importantes que les autres, se réunissent cependant en un faisceau compact que l'on peut poursuivre depuis la partie proximale du mésencéphale jusque dans le cordon antérieur de la moelle épinière ; elles constituent le faisceau des fibres nerveuses connu sous le nom de *faisceau longitudinal postérieur*.

Le faisceau longitudinal postérieur.

Vous vous rappelez que l'on trouve ce faisceau de chaque côté de la ligne médiane, un peu au-devant du canal central, depuis l'extrémité supérieure du cerveau moyen jusque dans la moelle allongée, où il se continue avec le faisceau fondamental du cordon antérieur.

Ce faisceau longitudinal doit être considéré comme une partie importante dans l'organisation interne du système nerveux central, puisqu'on le retrouve, avec le même degré de développement, dans toute la série des vertébrés et que, de plus, aussi bien chez les vertébrés inférieurs que chez l'homme, il est de tous les faisceaux du tronc cérébral celui dont les fibres, dans le cours du développement embryologique, sont les premières à développer leur gaine de myéline.

Le faisceau longitudinal postérieur a été l'objet de recherches spéciales de la part de Held, Kölliker, Van Gehuchten et Cajal.

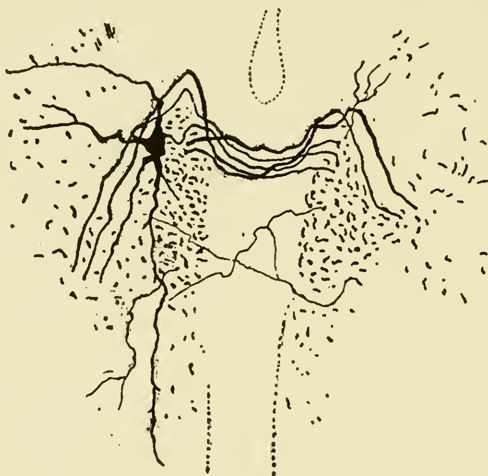


Fig. 598.

Partie médiane d'une coupe transversale du bulbe d'un embryon de poulet âgé de 14 jours.

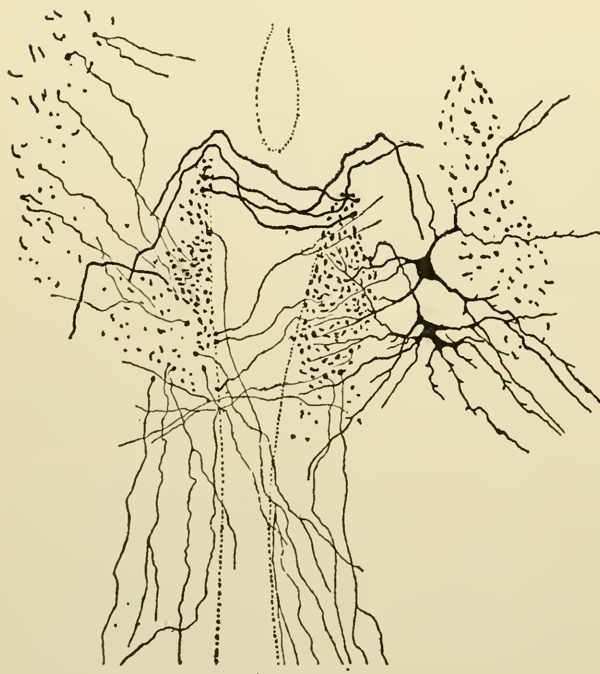


Fig. 599.

Partie médiane d'une coupe transversale du bulbe d'un embryon de poulet âgé de 14 jours.

On a cru pendant longtemps que les fibres qui constituent ce faisceau sont des fibres commissurales longitudinales ayant pour fonction de relier entre eux les noyaux moteurs des nerfs craniens. Et, en fait, nous avons vu, sur des coupes transversales, que les fibres constitutives de ce faisceau abandonnent de nombreuses branches collatérales qui se ramifient et se terminent entre les cellules radiculaires des nerfs moteurs craniens.

On ignorait encore, jusque dans ces derniers temps, où ces fibres avaient leurs cellules d'origine. D'après les recherches de H. Held, ce faisceau longitudinal serait formé, au moins en partie, de fibres motrices servant aux voies réflexes. Ces fibres auraient leurs cellules d'origine dans les éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux et, là, se mettraient en contact avec les ramifications cylindraxiles terminales des fibres de la voie optique centrale et des fibres de la voie acoustique centrale. En descendant dans le faisceau longitudinal postérieur, ces fibres abandonneraient des collatérales destinées aux cel-

lules radiculaires des nerfs moteurs craniens et pourraient être poursuivies jusque dans le faisceau fondamental du cordon antéro-latéral de la moelle cervicale.

Kölliker et Cajal partagent une opinion tout à fait opposée. Ils considèrent le faisceau longitudinal postérieur comme un faisceau *ascendant*, un faisceau *sensitif*, ayant pour fonction de transmettre aux cellules d'origine des nerfs moteurs oculaires les impressions recueillies par les nerfs périphériques spinaux et bulbaires.

Dans des recherches très étendues que nous avons faites sur le système nerveux central de la truite, nous avons pu établir que les fibres du faisceau longitudinal postérieur étaient manifestement des fibres descendantes ou motrices ayant leurs cellules d'origine dans un amas de substance grise situé au-devant du canal central, un peu au-dessus du noyau d'origine du nerf de la troisième paire, amas gris que nous avons désigné sous le nom de *noyau supérieur du faisceau longitudinal dorsal*. Ces fibres descendantes se laissaient poursuivre, à travers toute l'étendue de l'axe nerveux, jusque dans le cordon antérieur de la moelle épinière. En descendant dans le tronc cérébral, ce faisceau augmente constamment de volume par l'adjonction de nouvelles fibres nerveuses provenant de cellules volumineuses situées dans les masses grises terminales du nerf acoustique et du nerf trijumeau.

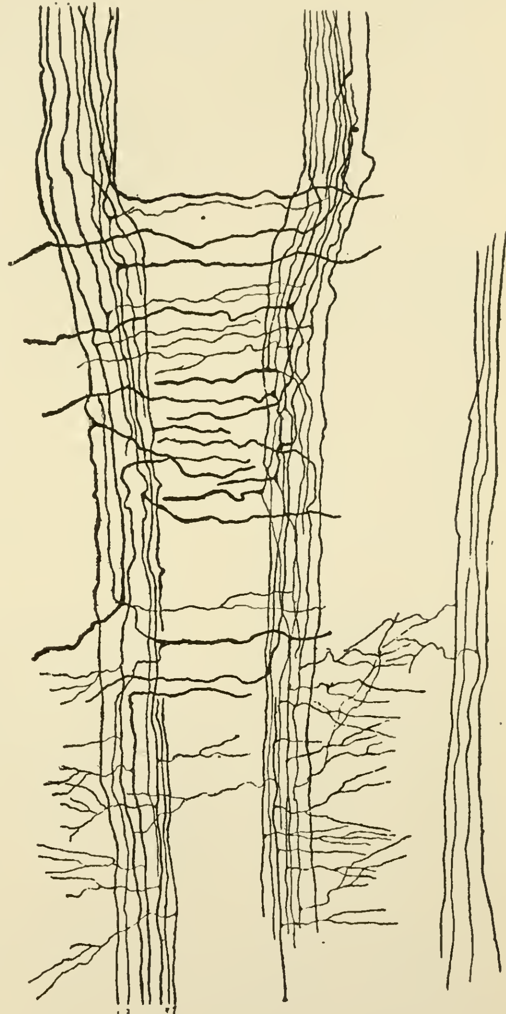


Fig. 600.

Coupe longitudinale frontale à travers la moelle allongée et la moelle épinière d'un embryon de poulet âgé de 14 jours et passant par le faisceau longitudinal postérieur.

A côté de ces fibres descendantes provenant du noyau supérieur, et des diverses masses grises terminales sensitives du tronc cérébral, nous avons retrouvé, chez la truite, les fibres descendantes signalées par Held chez les mammifères. Les lobes optiques des poissons représentent les tubercules quadrijumeaux supérieurs des mammifères. Dans la couche superficielle de ces lobes se terminent les fibres optiques.

Les ramifications terminales de ces fibres y viennent en contact avec des cellules nerveuses dont les prolongements cylindraxiles se dirigent en avant et en dedans, croisent la ligne médiane puis se recourbent en bas un peu au-devant des fibres du faisceau longitudinal postérieur.

Le faisceau des fibres descendantes venant du mésencéphale est donc constitué, chez la truite, de fibres venant de la masse grise que nous avons désignée sous le nom de *noyau supérieur* et de fibres venant des lobes optiques. Ces dernières fibres constituent notre *faisceau optique descendant.*

Le faisceau longitudinal postérieur est donc formé principalement, chez les poissons, de fibres descendantes. Nous l'avons considéré comme un faiscean moteur.

Nous avons retrouvé la même origine pour les fibres du faisceau longitudinal postérieur dans le névraxe de la salamandre. Ce qui prouve cependant que ce faisceau n'est pas exclusivement formé de fibres descendantes, c'est que dans les coupes transversales des diverses parties du tronc cérébral de l'embryon de poulet, FIG. **598** et **599**, on peut voir des cellules nerveuses de la formation réticulaire envoyer leurs prolongements cylindraxiles dans le faisceau longitudinal du même côté ou du côté opposé et voir ces axones s'y bifurquer en une branche ascendante et une branche descendante. Le même fait a été observé par CAJAL chez les mammifères, FIG. **601**. De plus, sur des coupes longitudinales passant par le faisceau longitudinal postérieur, FIG. **600**, on peut voir des fibres nerveuses sortir de la formation réticulaire pour entrer dans le faisceau longitudinal et s'y bifurquer en branches ascendantes et descendantes.

De toutes les recherches que nous avons faites sur la constitution du faisceau longitudinal postérieur dans toute la série des vertébrés, nous concluons que ce faisceau est formé principalement de fibres descendantes ayant leurs cellules d'origine dans le cerveau moyen où elles se mettent en connexion avec les ramifications terminales des fibres optiques et des fibres acoustiques. Outre ces fibres descendantes, à origine mésencéphalique, le faisceau longitudinal postérieur renferme encore de nombreuses fibres ascendantes ou descendantes qui ont leurs cellules d'origine dans les diverses masses grises dans lesquelles se terminent les nerfs sensibles périphériques et dans toutes les masses grises de la formation réticulaire.

Dans les masses grises terminales du nerf trijumeau, du nerf vestibulaire, du nerf vague, du nerf glosso-pharyngien et même dans la substance grise de la moelle, on trouve des cellules nerveuses dont les prolongements cylindraxiles se rendent dans le faisceau longitudinal des deux cotés pour s'y bifurquer en branches ascendante et descendante. Il en est de même pour les axones d'un grand nombre de cellules nerveuses de la formation réticulaire, FIG. **600**. Ces fibres constitutives du faisceau longitudinal postérieur vont, à leur tour, se mettre en connexion, par leurs ramifications cylindraxiles collatérales et terminales, avec les cellules constitutives des noyaux moteurs. Il s'ensuit que le faisceau longitudinal n'est, en définitive, ni un faisceau moteur, ni un faisceau sensitif, mais un faisceau en

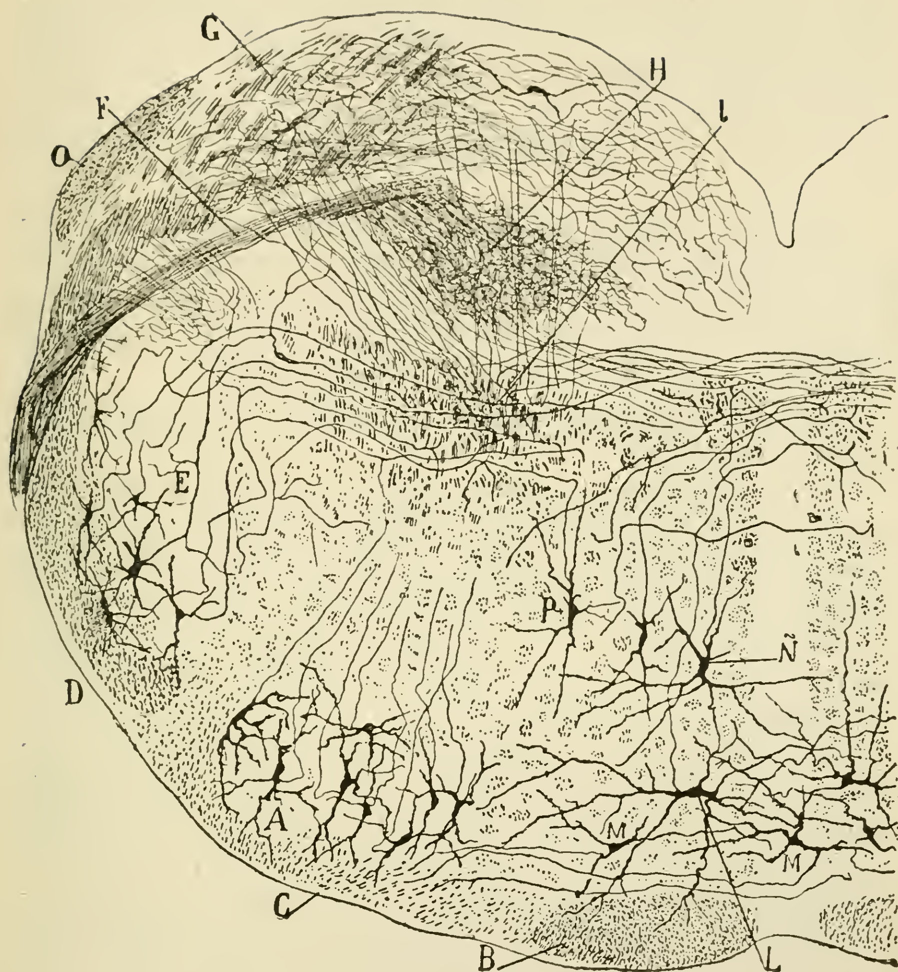


Fig. 601.

Coupe transversale du bulbe d'une souris nouveau-née (d'après Cajal).

A : Noyau du facial.
B : Pyramide antérieure.
D : Racine spinale du trijumeau.
E : Cellules constitutives du noyau spinal du trijumeau dont les axones se rendent dans la voie sensitive centrale du même côté et du côté opposé.
F : Branche radiculaire du vague et du glosso-pharyngien.
H : Noyau terminal de ces deux nerfs.
I : Voie centrale bulbo-, ponto-corticale.
O : Pédoncule cérébelleux inférieur.

Ce qui nous intéresse sur cette coupe ce sont les cellules volumineuses de la partie ventrale de la formation réticulaire dont les prolongements cylindraxiles se rendent dans le faisceau longitudinal postérieur. Il en est de même de l'axone de quelques cellules voisines de la racine spinale du trijumeau.

quelque sorte sensitivo-moteur, puisque ses neurones constituants relient les ramifications terminales des nerfs sensibles périphériques aux cellules d'origine des nerfs moteurs.

Les pédoncules cérébelleux.

Dans l'étude des voies courtes du tronc cérébral rentrent encore les fibres constitutives des pédoncules cérébelleux. Nous avons insisté longuement sur la constitution de ces faisceaux de fibres nerveuses en étudiant la voie sensitive cérébelleuse et la voie motrice cérébelleuse. Nous allons résumer en quelques mots la constitution de ces pédoncules.

Pédoncules cérébelleux inférieurs. Ils sont formés de fibres ascendantes et de fibres descendantes.

Les fibres ascendantes ont leurs cellules d'origine dans la colonne de Clarke de la moelle épinière (fibres du faisceau cérébelleux) et dans les noyaux des faisceaux de Goll et de Burdach. Un certain nombre de ces fibres viennent de l'olive bulbaire du côté opposé ainsi que, d'après Kölliker, du tubercule acoustique latéral du côté opposé. Toutes ces fibres se terminent dans l'écorce cérébelleuse où elles se mettent en connexion avec les cellules de Purkinje.

Les fibres descendantes représentent les prolongement cylindraxiles d'un certain nombre de cellules de Purkinje ; elles pénètrent dans la partie antérieure du cordon latéral de la moelle, soit directement (Marchi, Thomas, Biedl), soit après interruption dans l'olive bulbaire (Kölliker).

Pédoncules cérébelleux moyens. Les fibres proximales de ces pédoncules ont leurs cellules d'origine dans les noyaux du pont et se terminent dans l'écorce cérébelleuse (fibres ponto-cérébelleuses). Les fibres distales ont, d'après Cajal, leurs cellules d'origine dans les cellules de Purkinje du cervelet et descendent dans la moelle épinière.

Pédoncules cérébelleux supérieurs. Nous admettons comme l'opinion la plus probable que la majeure partie de ces fibres ont leurs cellules d'origine dans les cellules de Purkinje de l'écorce cérébelleuse et dans les cellules constitutives du noyau denté du cervelet pour se terminer, après entrecroisement incomplet, dans les noyaux rouges et les couches optiques.

Cajal a montré que, au sortir de la substance blanche du cervelet, les fibres de ces pédoncules cérébelleux supérieurs donnent naissance à des branches descendantes que l'on peut poursuivre jusque dans la moelle cerivcale; ces branches descendantes réunies constituent un petit faisceau de fibres nerveuses : le *faisceau cérébelleux descendant latéral* de Cajal. En

descendant dans le tronc cérébral, les fibres de ce faisceau abandonnent des branches collatérales qui vont se terminer dans les noyaux moteurs des nerfs qui dépendent de la protubérance et du bulbe. Ces fibres constituent donc une voie importante reliant l'écorce cérébelleuse aux cellules d'origine des nerfs moteurs craniens.

Les voies courtes du cerveau terminal.

Les fibres longues du cerveau terminal sont exclusivement les fibres nerveuses qui relient la substance corticale aux masses grises sous-jacentes ou fibres de projection. Nous avons vu que, d'après les recherches de Flechsig, ces fibres de projection n'existent que pour l'écorce grise des sphères sensorielles, c'est-à-dire pour environ un tiers de toute l'étendue du manteau gris cortical.

A côté de ces fibres de projection, les sphères sensorielles de chaque hémisphère sont encore pourvues de fibres d'association en nombre incalculable qui les relient aux sphères sensorielles de l'hémisphère opposé et aux centres d'association qui, dans un même hémisphère, se trouvent intercalés entre les centres de projection.

Les centres d'association de chaque hémisphère, c'est-à-dire environ les deux tiers de toute l'étendue de l'écorce du cerveau terminal, sont exclusivement pourvues de fibres courtes ou fibres d'association qui les relient aux centres d'association de l'hémisphère opposé et à tous les centres d'association et de projection de l'hémisphère correspondant.

Les fibres des voies courtes forment donc l'élément constituant principal de la substance blanche des hémisphères cérébraux. Elles forment toute la masse compacte de substance blanche du corps calleux et de la commissure blanche antérieure, puis ces innombrables fibres nerveuses qui rayonnent des différents points des centres de projection vers les différents points des centres d'association pour y transmettre les excitations reçues, de même que les innombrables fibres nerveuses qui des centres d'association rayonnent vers les centres de projection et par l'intermédiaire desquelles les centres intellectuels tiennent sous leur dépendance les centres de la vie réflexe.

Littérature.

HELD : *Die centrale Gehörleitung*. Archiv f. Anat. und Physiol., Anatom. Abth., 1893. — KÖLLIKER : *Handbuch der Gewebelehre*. Bd. II, Hft. 1, 1893 et Bd. II. Hft. 2, 1896. — VAN GEHUCHTEN : *Le faisceau longitudinal postérieur*. Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, 1895. — *Contribution à l'étude du système nerveux des téléostéens*. La Cellule, 1895. — CAJAL : *Fasciculo longitudinal posterior*. Apuntes para el estudio del bulbo raquideo, cerebelo y origen de los nervios encefalicos. Madrid, 1895. — *Sobre un fasciculo nacido del pedunculo cerebeloso superior*. Ibid.

QUARANTE-UNIÈME LEÇON.

Structure générale du système nerveux cérébro-spinal *(Suite)*.

Les voies sensitives et motrices dans la moelle épinière. Les voies réflexes.

Nous avons terminé, dans notre dernière leçon, l'étude des voies longues et des voies courtes du névraxe. Avant de terminer l'étude du système nerveux cérébro-spinal, je crois utile de revenir encore, pendant quelques instants, sur la structure interne de la moelle épinière telle que nous l'avons exposée antérieurement (pp. 284 et suiv.) en nous basant sur l'étude des dégénérescences secondaires, pour la comparer à la structure interne de la moelle, telle que nous pouvons la construire actuellement, grâce aux idées que nous venons d'acquérir sur la constitution des voies centrales sensitives et motrices. Il ressortira de cette étude comparative que la structure de la partie inférieure du névraxe est en réalité d'une remarquable simplicité.

Vous vous rappelez qu'en nous basant sur les résultats obtenus par l'étude des dégénérescences secondaires, nous avons divisé la substance blanche de la moelle en un grand nombre de faisceaux. Nous avons distingué, en effet, FIG. 602 :

1° Dans chaque cordon antérieur :

a) le faisceau pyramidal du cordon antérieur, dont les fibres proviennent de l'écorce cérébrale de l'hémisphère du côté correspondant, et

b) le faisceau fondamental, dont les fibres ont leurs cellules d'origine dans la substance grise de la moelle.

2° Dans chaque cordon latéral :

a) le faisceau pyramidal du cordon latéral, dont les fibres constitutives ont leurs cellules d'origine dans l'écorce de l'hémisphère cérébral du côté opposé ;

b) le faisceau cérébelleux,

c) le faisceau de GOWERS et

d) le faisceau fondamental. Ces trois derniers faisceaux ont leur origine dans la substance grise de la moelle elle-même.

D'après Flechsig, le faisceau fondamental se subdivise en :

a) couche limitante latérale de la substance grise et

b) zone mélangée antérieure du cordon latéral.

3° Dans le cordon postérieur :

a) la zone ventrale, zone des fibres cornu-commissurales ou faisceau fondamental du cordon postérieur, dont les fibres proviennent des cellules des cordons ;

b) le faisceau en virgule de Schultze dans la moelle cervicale, le centre ovale de Flechsig dans la moelle lombaire et le triangle de Gombault et

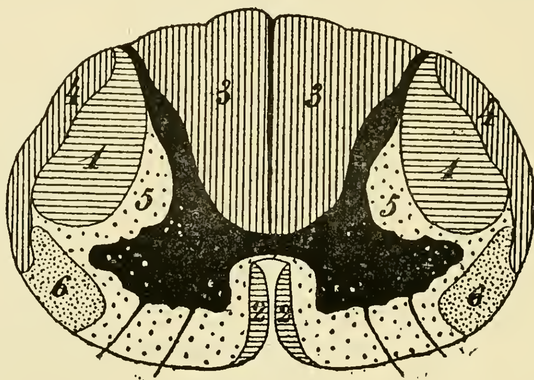


Fig. 602.

Position des différents faisceaux de fibres nerveuses qui constituent la substance blanche de la moelle.

1. : Faisceau pyramidal du cordon latéral.
2. : Faisceau pyramidal du cordon antérieur.
2. : Cordon postérieur : le sommet de chaque cordon est occupé par les fibres de la zone ventrale des cordons postérieurs ou fibres cornu commissurales.
4. : Faisceau cérébelleux.
5. : Faisceau fondamental du cordon antéro-latéral.
6. : Faisceau de Gowers.

Philippe dans la moelle sacrée. Les fibres constitutives de ces faisceaux ont leurs cellules d'orgine dans la substance grise de la moelle.

c) le cordon postérieur proprement dit ou le *faisceau des fibres sensitives périphériques*, dont toutes les fibres représentent les prolongements cylindraxiles des cellules des ganglions spinaux.

Cette structure de la moelle paraît donc assez complexe.

Nous avons vu, dans ces dernières leçons, que les fibres du faisceau cérébelleux et celles des voies courtes ou fibres commissurales longitudinales des cordons postérieurs appartiennent à la voie centrale des fibres sensitives ;

de même, les fibres du faisceau fondamental du cordon antéro-latéral sont en partie des fibres courtes sensitives et en partie des fibres courtes motrices. Cette façon d'interpréter les fibres des voies courtes de la moelle épinière simplifie considérablement sa structure interne. Elle nous permet, en effet, de considérer la moelle comme formée exclusivement de deux espèces de fibres nerveuses, FIG. 603 :

a) Des *fibres motrices* occupant principalement le faisceau pyramidal du cordon antérieur et le faisceau pyramidal du cordon latéral et comprenant aussi quelques fibres du faisceau fondamental du cordon antérieur

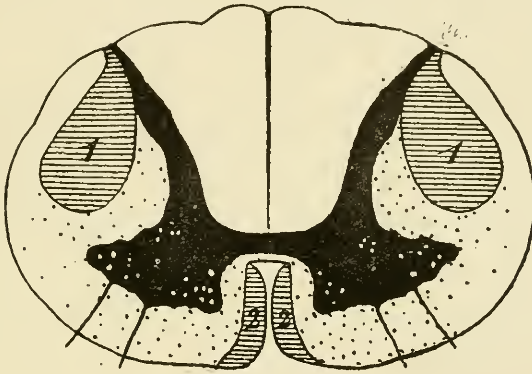


FIG. 603.

Position des fibres sensitives et des fibres motrices dans la substance blanche de la moelle épinière.

Les parties ombrées indiquent la position des fibres motrices.
Les parties laissées en blanc indiquent la position des fibres sensitives.

(fibres qui sont la continuation dans la moelle du faisceau longitudinal postérieur) et du faisceau fondamental du cordon latéral (fibres cérébello-spinales).

b) Des *fibres sensitives* occupant tont le reste de la substance blanche.

A. *Fibres sensitives.* Les fibres sensitives de la moelle épinière appartiennent en partie à la *voie sensitive périphérique* et en partie à la *voie sensitive centrale.*

Les fibres de la *voie sensitive périphérique* occupent presque toute l'étendue des cordons postérieurs. On les appelle encore *fibres exogènes* ou *fibres radiculaires*, pour les distinguer des fibres de la zone ventrale des cordons postérieurs, des fibres de la virgule de SCHULTZE, du centre ovale de FLECHSIG et du trigone de GOMBAULT et PHILIPPE, qui appartiennent à la voie sensitive centrale, et que l'on désigne sous le nom de *fibres endogènes* ou *fibres médullaires.* Toutes les fibres exogènes des cordons postérieurs ont

leurs cellules d'origine dans les ganglions spinaux et se terminent dans la substance grise de la moelle depuis l'extrémité inférieure du cône médullaire jusqu'aux masses grises qui forment la *clava*.

Les fibres de la *voie sensitive centrale* occupent la plus grande partie de la substance blanche de la moelle. Elles constituent, dans chaque moitié de la moelle épinière, les différents faisceaux de fibres médullaires du cordon postérieur, le faisceau cérébelleux, le faisceau de Gowers et une grande partie des fibres du faisceau fondamental du cordon antéro-latéral. Toutes ces fibres ont leur origine dans les cellules des cordons de la substance grise de la moelle, soit dans la substance grise de la moitié correspondante de la moelle — *faisceau direct* — soit dans la substance grise de la moitié opposée — *faisceau croisé*.

Parmi les fibres de cette voie sensitive centrale, quelques-unes peuvent être poursuivies à travers tout l'axe cérébro-spinal jusque dans la couche optique où elles se mettent en connexion avec les fibres ascendantes thalamo-corticales. Elles appartiennent à la *voie sensitive tactile corticale*. Elles occupent principalememt le faisceau de Gowers dans le cordon latéral.

Les autres n'arrivent pas jusque dans le cerveau terminal, mais se terminent dans des masses grises placées plus bas. Elles appartiennent à la *voie sensitive tactile réflexe*.

Les fibres qui constituent cette voie réflexe peuvent se terminer :

a) Dans la substance grise de la moelle elle-même ; elles y occupent les différents faisceaux de fibres endogènes des cordons postérieurs et une partie au moins du faisceau fondamental du cordon antéro-latéral.

b) Dans les masses grises cérébelleuses ; les fibres qui ont cette destination constituent le faisceau cérébelleux du cordon latéral de la moelle.

c) Peut-être dans les masses grises de la moelle allongée, de la protubérance annulaire, du cerveau moyen et du cerveau intermédiaire. Ces fibres forment une partie du faisceau fondamental du cordon antéro-latéral.

Toutes ces fibres sensitives de la moelle épinière ne semblent pas remplir les mêmes fonctions physiologiques.

Vous verrez plus tard, en pathologie nerveuse, qu'il existe une maladie spéciale des centres nerveux, caractérisée par la formation de lacunes souvent très étendues, creusées dans la substance grise de la moelle dans le voisinage du canal central, et appelée la syringomyélie.

Chez ces malades, la *sensibilité tactile* est intacte, tandis que la *sensibilité thermique et douloureuse* est supprimée.

Dans cette maladie, les cordons postérieurs de la moelle paraissent intacts. Cela se comprend d'ailleurs, puisque la destruction de la substance

grise ne peut avoir aucune influence sur les *fibres radiculaires* des cordons postérieurs, qui forment la majeure partie des fibres constitutives de ces cordons. Comme, dans les cas de syringomyélie, la sensibilité tactile est conservée intacte, bien que la substance grise soit détruite, nous arrivons à cette conclusion importante : c'est que, selon toutes les probabilités, ce sont les *fibres longues* des cordons postérieurs qui servent à la conduction de la *sensibilité tactile*, c'est-à-dire les fibres des racines postérieures qui ne se terminent pas dans la substance grise de la moelle, mais qui remontent directement dans le cordon postérieur pour se terminer dans les masses grises qui forment la *clava*. Vous vous rappelez que ces fibres sont toujours directes ; à la partie inférieure de la moelle allongée, elles arrivent en contact avec le second élément nerveux : les cellules constitutives des noyaux des faisceaux de Goll et de Burdach dont les axones se rendent vers les couches optiques et vers l'écorce cérébrale.

La formation de lacunes dans la substance grise doit nécessairement amener la destruction des cellules nerveuses voisines. Or, nous avons vu que toutes ces cellules sont des cellules des cordons, c'est-à-dire les cellules d'origine des fibres sensitives du cordon antéro-latéral de la moelle. Nous pouvons tirer de ce fait la conclusion que, selon toutes les probabilités, les impressions de la *sensibilité douloureuse et thermique*, amenées à la moelle par les fibres des racines postérieures, sont transmises aux cellules des cordons dont les axones deviennent les fibres constitutives du faisceau fondamental du cordon antéro-latéral et spécialement les fibres longues qui constituent le faisceau de Gowers. Vous savez que ces fibres sont en majeure partie *croisées*.

Quant aux impressions de la *sensibilité musculaire*, on pense généralement qu'elles sont conduites au cervelet par les *fibres du faisceau cérebelleux*. On doit cependant admettre que les fibres longues des cordons postérieurs participent aussi à cette fonction. La sensibilité musculaire est, en effet, conservée intacte dans la syringomyélie. Vous savez que, conduites jusqu'aux masses grises de la *clava*, ces impressions de la sensibilité musculaire peuvent encore être transmises au cervelet par les fibres qui partent des noyaux des faisceaux de Goll et de Burdach pour pénétrer dans le pédoncule cérébelleux inférieur.

B. *Fibres motrices*. Les fibres motrices de la moelle épinière appartiennent toutes à la voie motrice tactile.

Nous avons vu, en décrivant cette voie, que les fibres qui la constituent

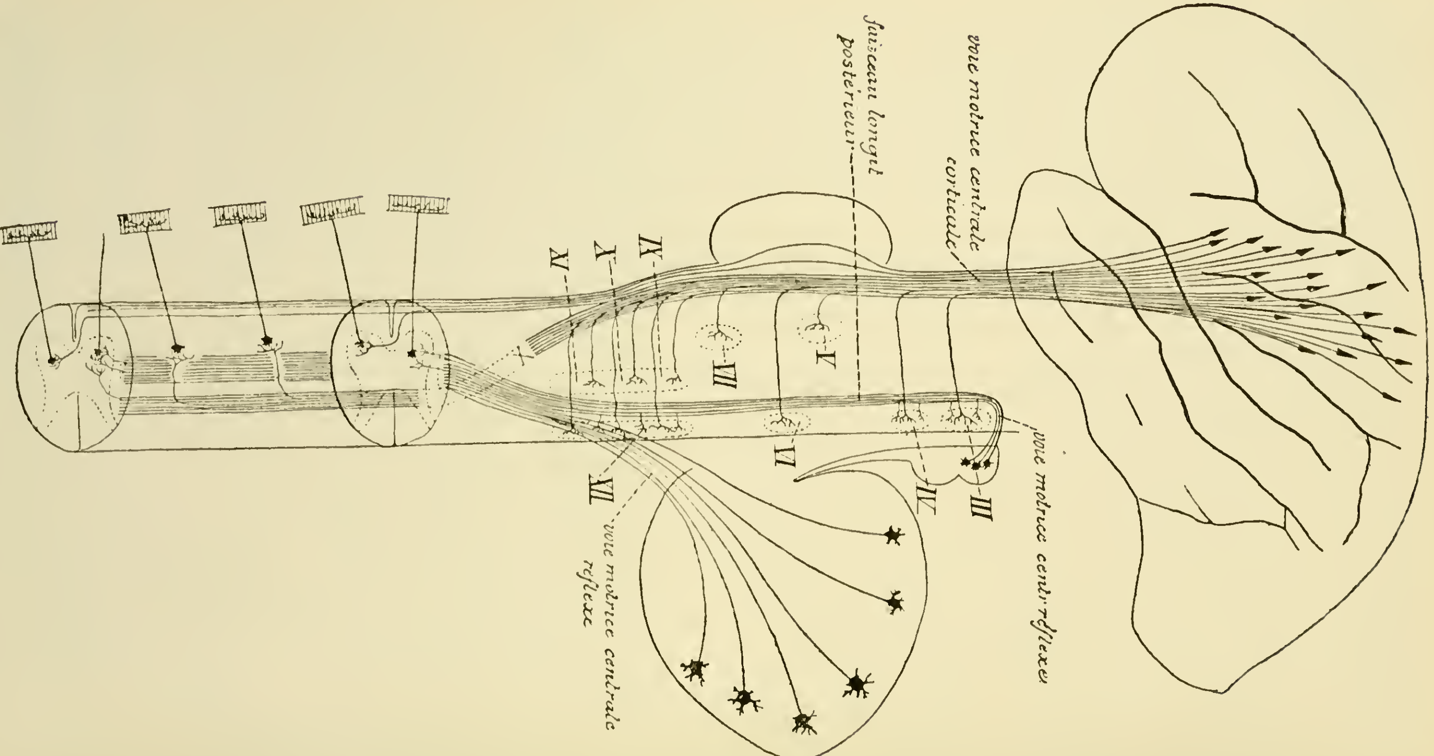


Fig. **604.**

Schéma montrant l'origine et le trajet des fibres des voies motrices centrales dont l'existence semble devoir être admise dans l'état actuel de nos connaissances.

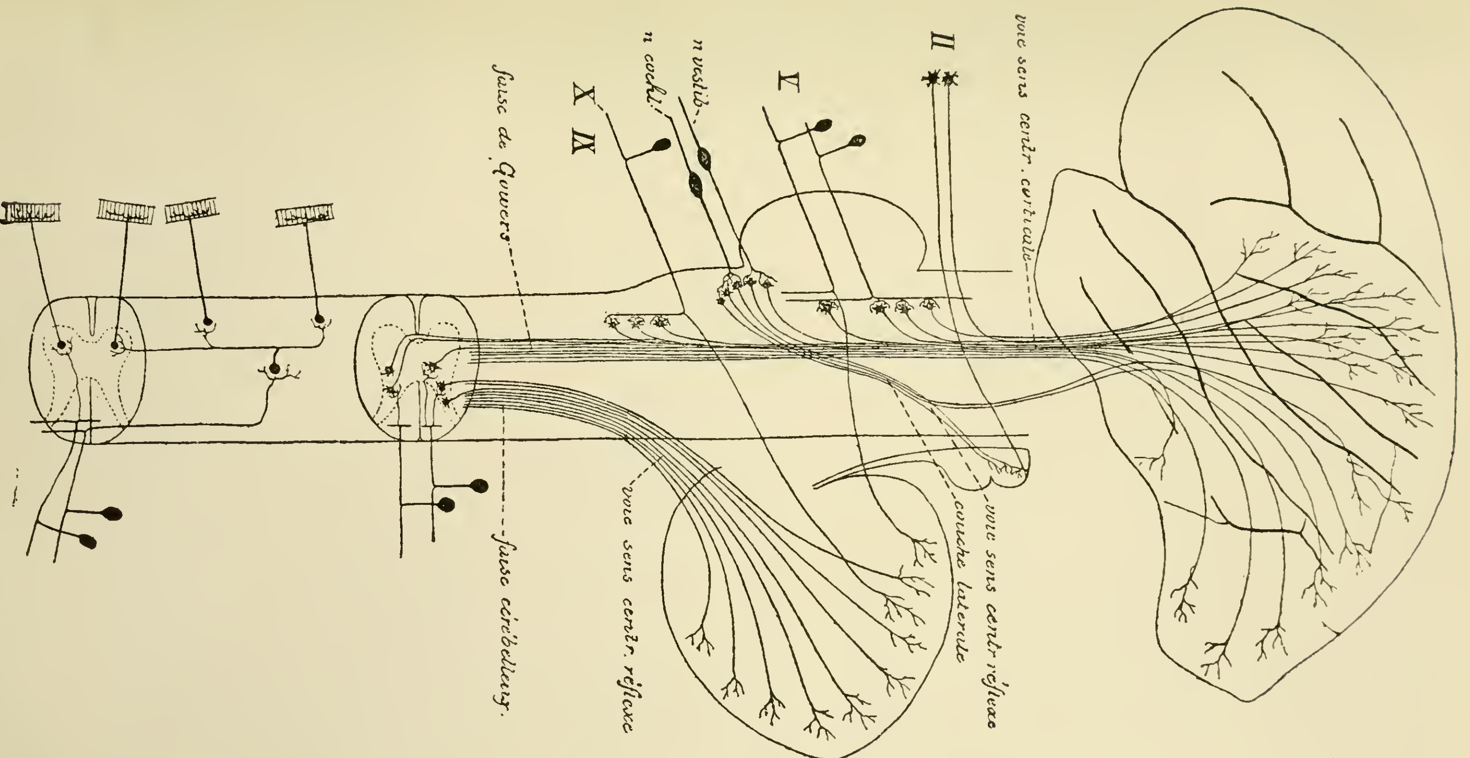


Fig. **605.**

Schéma montrant l'origine et le trajet des fibres des voies sensitives centra'es dont l'existence semble devoir être admise dans l'état actuel de nos connaissances.

sont toutes des fibres longues reliant la zone motrice de l'écorce cérébrale aux cellules radiculaires des nerfs moteurs périphériques.

On a cru pendant longtemps que ce sont là les seules fibres motrices centrales qui entrent dans la constitution de l'axe nerveux. Elles occupent, dans la moelle épinière, le faisceau pyramidal du cordon latéral et le faisceau pyramidal du cordon antérieur.

Nous avons vu qu'il n'en est pas ainsi. Des fibres motrices proviennent également de la masse grise qui occupe le centre des éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux, et, très probablement aussi, des fibres motrices viennent du cervelet pour se mettre en connexion avec les noyaux d'origine des nerfs périphériques.

Les fibres motrices qui viennent des tubercules quadrijumeaux descendent, par le faisceau longitudinal postérieur, à travers tout le tronc cérébral et arrivent jusque dans le faisceau fondamental du cordon antérieur de la moelle épinière.

Les fibres motrices qui viennent du cervelet descendent, par les pédoncules cérébelleux inférieurs, jusque dans le faisceau fondamental du cordon latéral.

La partie de ces fibres cérébelleuses, destinées à mettre les cellules de Purkinje en connexion avec les cellules radiculaires des nerfs moteurs crâniens, est représentée par les branches de bifurcation descendantes qui proviennent des fibres des pédoncules cérébelleux supérieurs (Cajal).

La voie motrice centrale, comme la voie sensitive centrale, se trouve donc formée de deux parties :

1° De *fibres longues* provenant de l'écorce cérébrale : c'est la *voie motrice centrale corticale.*

2° De *fibres courtes* provenant des masses grises inférieures : c'est la *voie motrice centrale réflexe.*

Les *fibres longues de la voie sensitive centrale,* celles qui relient les neurones sensitifs périphériques d'une moitié de l'axe nerveux, en majeure partie au moins, à l'écorce cérébrale de l'hémisphère opposé, servent principalement à la perception consciente.

Les *fibres longues de la voie motrice centrale,* celles qui relient les cellules pyramidales de la zone motrice de l'écorce cérébrale d'un hémisphère aux cellules radiculaires des nerfs périphériques du côté opposé, servent principalement à la conduction des excitations motrices conscientes :

Les *fibres courtes de la voie sensitive centrale* servent aux mouvements réflexes.

Les *fibres courtes de la voie motrice centrale* servent également aux mouvements réflexes.

Les deux schémas des voies centrales sensitives et des voies centrales motrices que nous avons construits dans les FIG. 604 et 605, comparés entre eux, montrent une disposition importante qui doit vous frapper au premier coup d'œil : les fibres de la voie sensitive centrale se terminent presque toujours dans les régions de l'axe nerveux, où elles arrivent en connexion immédiate avec les cellules d'origine des fibres de la voie motrice. C'est ainsi que :

a) Les fibres courtes de la moelle épinière se terminent dans la substance grise de la corne antérieure, dans le voisinage immédiat des cellules radiculaires.

b) Les fibres du faisceau cérébelleux se rendent dans les masses grises cérébelleuses pour y transmettre l'ébranlement nerveux aux cellules motrices dont les prolongements cylindraxiles redescendent jusque dans la moelle épinière.

c) Une partie des fibres, si pas toutes les fibres, de la voie centrale sensitive se terminent encore dans la couche optique. Malheureusement, on ignore encore quelles sont les connexions des cellules nerveuses qui constituent ces masses grises volumineuses. Il est plus que probable que les couches optiques servent, du moins en partie, de centre réflexe supérieur et qu'un grand nombre des cellules qui les constituent envoient leurs prolongements cylindraxiles dans les parties inférieures de l'axe nerveux.

d) Enfin, les fibres sensitives thalamo-corticales se terminent, d'après FLECHSIG et HÖSEL, dans la zone motrice de l'écorce cérébrale où elles se mettent en connexion avec les cellules d'origine des fibres de la voie motrice.

La même disposition se retrouve dans la voie acoustique et dans la voie optique.

Un grand nombre de fibres de la couche latérale du ruban de REIL se terminent dans les éminences supérieures des tubercules quadrijumeaux. Il en est de même d'un certain nombre de fibres des bandelettes optiques. Dans ces tubercules, ces fibres optiques et acoustiques viennent en contact avec les cellules d'origine des fibres des faisceaux longitudinaux postérieurs. Les fibres corticales de la voie acoustique se terminent dans la sphère auditive, de même que les fibres corticales de la voie ascendante optique se terminent dans la sphère visuelle. Dans ces deux sphères, ces fibres sensitives viennent en connexion avec des cellules nerveuses dont les prolongements cylindraxiles vont venir en contact, d'une façon médiate ou immédiate, avec un certain nombre de noyaux d'origine de nerfs moteurs périphériques.

Dans toutes les régions où se terminent les fibres sensitives nous trouvons donc les cellules d'origine des fibres motrices correspondantes.

Qu'est-ce à dire, si ce n'est que l'organisation interne de notre système nerveux central est telle qu'à toute excitation du dehors l'organisme est en état de répondre immédiatement par voie réflexe; et il le ferait, si tout le système nerveux se réduisait à ces multiples voies nerveuses ascendantes et descendantes que nous venons de décrire et si dans notre écorce cérébrale il n'existait que les seuls centres de projection.

Mais nous avons vu que, à côté de ces centres de projection, nos hémisphères cérébraux présentent encore des centres beaucoup plus importants : les centres d'association ou les sphères intellectuelles, qui correspondent, ne l'oubliez pas, aux deux tiers de l'étendue totale de notre écorce cérébrale. Ces centres d'association constituent les véritables centres nerveux supérieurs, qui maintiennent sous leur dépendance les sphères sensorielles et avec elles tous les centres nerveux inférieurs de tout l'axe cérébro-spinal.

Les voies réflexes jouent donc un rôle excessivement important dans l'organisation interne du névraxe. C'est là le motif pour lequel, avant de terminer, je désire appeler tout particulièrement votre attention sur les façons multiples et variées dont ces voies peuvent se constituer.

Les voies réflexes.

Pour qu'un mouvement réflexe puisse se produire, il faut absolument qu'une fibre sensitive périphérique arrive en connexion médiate ou immédiate avec la cellule d'origine d'une fibre motrice périphérique, à laquelle elle puisse transmettre l'ébranlement nerveux reçu. Le trajet parcouru par l'élément nerveux, depuis l'extrémité périphérique de la fibre sensitive où se produit l'impression jusqu'à l'extrémité périphérique de la fibre motrice où s'opère la contraction ou le mouvement réflexe, s'appelle un *arc nerveux réflexe*.

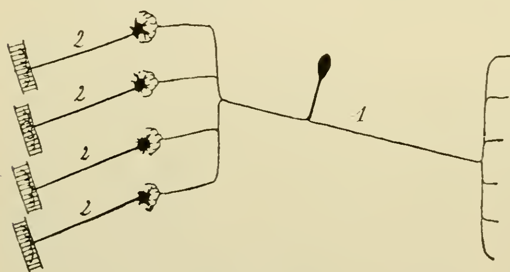


Fig. 606.
Arc nerveux réflexe simple.
1. Neurone sensitif périphérique.
2. Neurone moteur périphérique.

Cet arc nerveux réflexe peut avoir une structure plus ou moins complexe.

Dans un grand nombre de cas, il n'est constitué que de deux éléments nerveux ou de deux neurones : un neurone sensitif et un neurone moteur appartenant l'un, à la voie sensitive périphérique, et l'autre, à la voie motrice périphérique, fig. 606.

La connexion ou l'articulation de ces deux neurones se fait directement dans la substance grise de la partie inférieure de l'axe nerveux.

On peut trouver ces arcs réflexes à tous les niveaux de la moelle épinière, de la moelle allongée, de la protubérance annulaire et du cerveau moyen, c'est-à-dire dans les parties de l'axe nerveux où les ramifications terminales d'une fibre sensitive périphérique peuvent venir en contact immédiat avec les cellules radiculaires des nerfs moteurs périphériques.

Nous avons vu que les fibres des cordons postérieurs envoient, dans la substance grise de la moelle, des collatérales *courtes* et *longues*. Les collatérales courtes se terminent dans la substance grise de la corne posté-

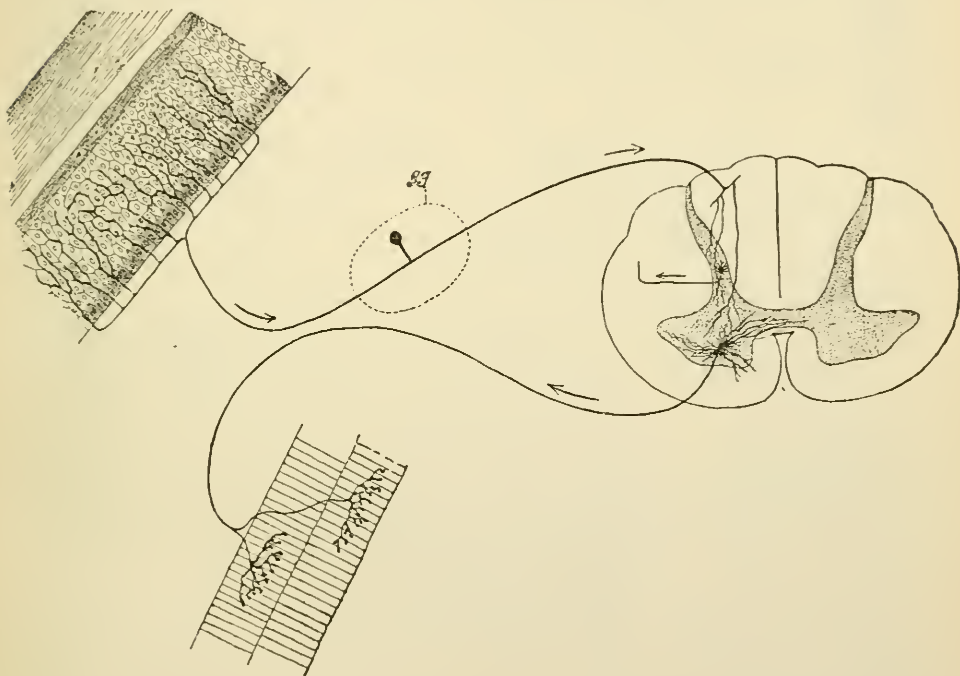


Fig. 607.

Schéma montrant la constitution d'un axe nerveux réflexe simple dans la moelle épinière.

rieure ou des régions moyennes. Les collatérales longues, au contraire, traversent d'arrière en avant toute l'épaisseur de la substance grise ; elles viennent se mettre directement en connexion avec les cellules radiculaires ; ce sont les collatérales sensitivo-motrices, reliant la terminaison centrale d'une fibre sensitive périphérique à la cellule d'origne d'une fibre motrice, fig. 607.

Les fibres sensitives du nerf pneumo-gastrique, du nerf glosso-pharyngien, du nerf facial et du nerf trijumeau peuvent venir en contact,

d'une façon analogue, avec les cellules radiculaires des fibres motrices de ces mêmes nerfs.

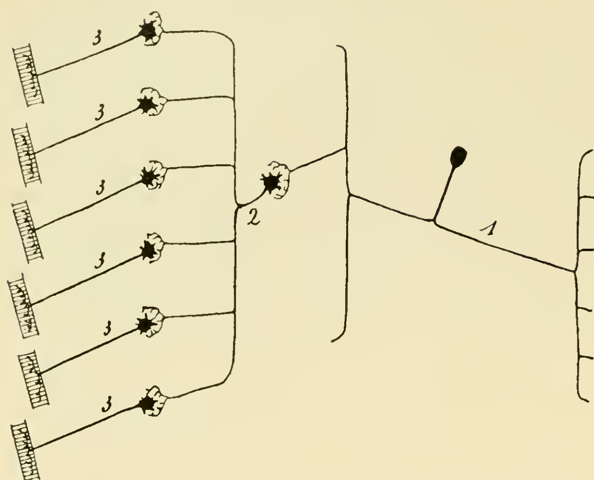


FIG. **608**.
Arc nerveux réflexe complexe.
1. Neurone sensitif périphérique.
2. Neurone central sensitivo-moteur.
3. Neurones moteurs périphériques.

Un arc nerveux plus complexe est celui qui résulte de l'articulation de trois neurones superposés, FIG. **608** :

un neurone sensitif périphérique, 1,

un neurone central interposé ou neurone sensitivo-moteur, **2**, et

un ou plusieurs neurones moteurs périphériques, 3.

On trouve ces arcs réflexes, en nombre considérable, sur toute l'étendue de la moelle épinière.

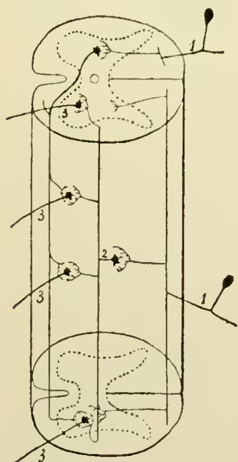


FIG. **609**.
Schéma montrant la constitution d'un arc nerveux réflexe complexe de la moelle épinière.
1. Neurone sensitif périphérique.
2. Neurone central sensitivo-moteur.
8. Neurones moteurs périphériques.

L'élément nerveux sensitif périphérique est représenté par une fibre des cordons postérieurs, FIG. **609**, **1**.

Celle-ci envoie ses collatérales courtes dans la substance grise de la moelle, où elles viennent en connexion avec une ou plusieurs cellules des cordons. La cellule des cordons représente l'élément nerveux central sensitivo-moteur, 2. Le prolongement cylindraxile de cette cellule nerveuse monte ou descend dans la substance blanche de la moelle épinière, soit dans la moitié correspondante, soit dans la moitié opposée, et envoie dans la substance grise ses ramifications collatérales et terminales pour s'y mettre en contact avec un grand nombre de cellules radiculaires.

Les cellules radiculaires excitées représentent les neurones moteurs périphériques, FIG. **609**, 3.

On peut trouver ces arcs réflexes complexes dans toute l'étendue du tronc cérébral. C'est ainsi que les fibres des nerfs sensitifs craniens se terminent dans les masses grises qui forment les noyaux terminaux de ces nerfs. De ces masses grises partent

les éléments nerveux de la voie sensitive centrale; en traversant la moelle allongée et la protubérance, ces fibres émettent des collatérales qui vont se terminer dans les noyaux moteurs des nerfs craniens : le noyau du nerf facial pour les collatérales des fibres acoustiques et des fibres centrales du nerf trijumeau; le noyau de l'hypoglosse pour les fibres centrales du nerf glosso-pharyngien, etc. Nous avons construit l'arc nerveux d'un de ces réflexes (acoustique et facial) dans le schéma de la FIG. **610**.

Ici le neurone sensitif périphérique est la cellule bipolaire du ganglion spiral se terminant dans le noyau accessoire. Le neurone sensitif central a sa cellule d'origine dans ce noyau, tandis que son prolongement

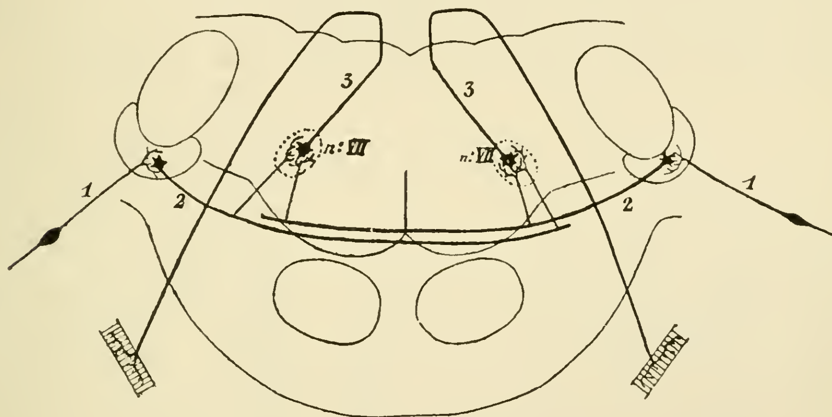


FIG. **610**.

Schéma montrant un arc nerveux réflexe complexe existant entre le nerf acoustique et le nerf facial (construit d'après la description de H. HELD).

1. Neurone acoustique périphérique.
2. Neurone acoustique central.
3: Neurone moteur périphérique.

cylindraxile devient une fibre du corps trapézoïde. En passant au-devant du noyau d'origine du nerf facial, cette fibre envoie dans ce noyau des ramifications collatérales qui viennent en contact avec le neurone moteur périphérique représenté par une cellule radiculaire du nerf facial.

Cette voie réflexe peut encore se constituer d'une façon plus complexe. Parmi les cellules constitutives des noyaux terminaux des nerfs sensibles craniens, il y en a dont le prolongement cylindraxile va pénétrer dans le faisceau longitudinal postérieur, y devenir à la fois une fibre ascendante et descendante qui peut se mettre en connexion, par ses branches collatérales, avec les noyaux d'origine de tous les nerfs moteurs périphériques.

Une voie réflexe plus complexe encore est celle qui se trouve constituée de quatre neurones superposés, FIG. 611 :

un neurone sensitif périphérique, 1,

un neurone central ascendant, 2,

un neurone central descendant, 3, et

un neurone moteur périphérique, 4.

On retrouve cette disposition pour certains réflexes de la moelle remontant jusque dans le cervelet.

Le neurone sensitif périphérique vient se terminer dans la substance grise de la corne postérieure de la moelle.

Le neurone ascendant central commence dans cette corne par une cellule des cordons qui envoie son prolongement cylindraxile dans le faisceau cérébelleux et, par là, jusque dans les masses grises cérébelleuses.

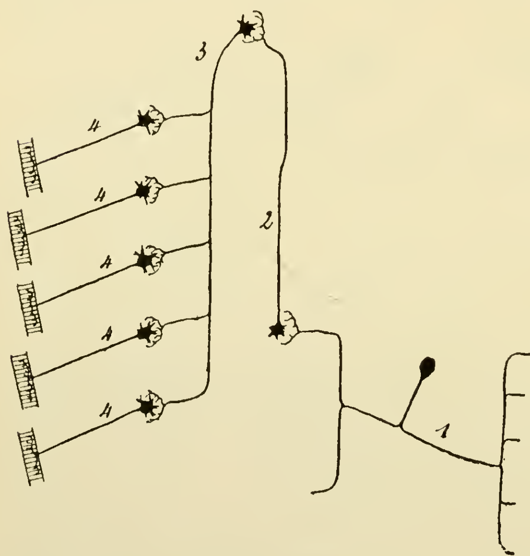


FIG. 611.

Arc nerveux réflexe très complexe.

1. Neurone sensitif périphérique.
2. Neurone ascendant central.
3. Neurone descendant central.
4. Neurones moteurs périphériques.

Dans le cervelet se trouve la cellule d'origine du neurone descendant central dont le prolongement cylindraxile descend, par le pédoncule cérébelleux inférieur et le faisceau fondamental du cordon latéral de la moelle, pour se mettre en connexion, par ses ramifications collatérales et terminales, avec un nombre plus ou moins grand de cellules radiculaires. La coordination de nos mouvements par le cervelet se ferait uniquement par ces voies réflexes.

L'exemple le plus remarquable de cette voie réflexe complexe existe cependant dans les voies décrites par HELD sous le nom de *voies réflexes optiques et acoustiques*, FIG. 612.

Neurone sensitif périphérique : C'est la cellule bipolaire de la rétine pour le réflexe optique et la cellule bipolaire du ganglion spiral pour le réflexe acoustique.

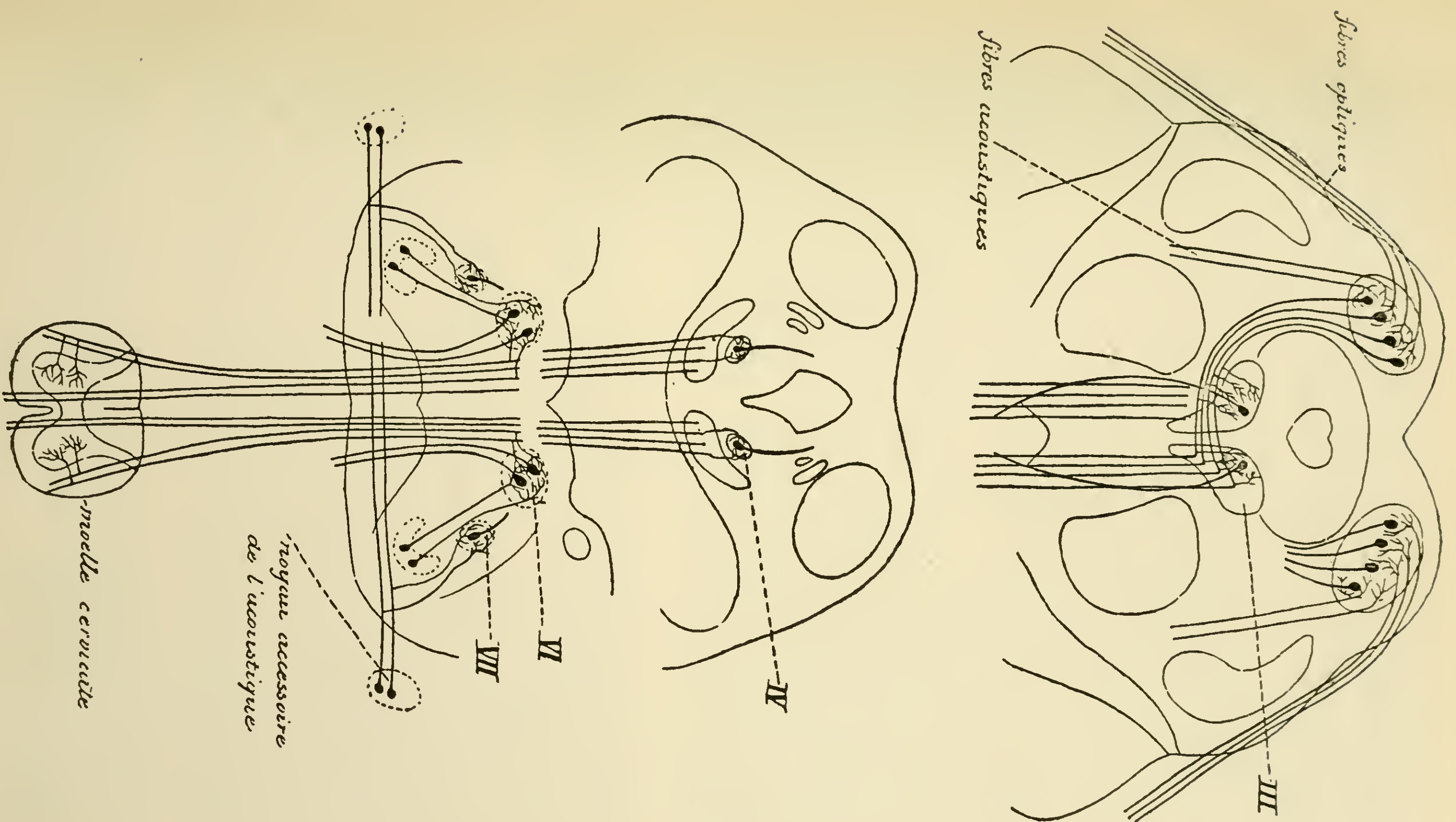


Fig. **612.**

Schéma montrant l'origine et le trajet des fibres de la voie réflexe reliant les ramifications terminales des fibres optiques et des fibres acoustiques aux noyaux d'origine du nerf oculo-moteur commun, du nerf pathétique et du nerf oculo-moteur externe.
(construit d'après les descriptions de Hans Held).

Neurone sensitif central : C'est une des fibres du nerf optique qui se terminent dans les éminences antérieures des tubercules quadrijumeaux ou une des fibres du corps trapézoïde ou des stries médullaires, fibres de la voie centrale acoustique se terminant également dans les tubercules quadrijumeaux antérieurs.

Neurone moteur central : Pour les deux réflexes il est représenté par une des cellules volumineuses qui constituent la masse grise du noyau des éminences antérieures et dont le prolongement cylindraxile, en descendant dans le faisceau longitudinal postérieur, se met en contact par ses ramifications collatérales et terminales avec le nerf oculo-moteur commun (réflexe pupillaire), avec le nerf pathétique, le nerf oculo-moteur externe, peut-être avec l'hypoglosse et, dans la partie supérieure de la moelle, avec les cellules radiculaires des nerfs cervicaux.

Neurone moteur périphérique : Ce sont les cellules radiculaires des nerfs périphériques avec lesquelles le neurone central arrive en contact.

On peut admettre aussi l'existence de voies réflexes plus complexes encore, formées de plusieurs neurones sensitifs superposés et de plusieurs neurones moteurs et allant des nerfs sensitifs périphériques jusque dans la zone motrice de l'écorce cérébrale pour redescendre, par les fibres de la voie pyramidale, jusqu'aux cellules radiculaires des nerfs moteurs périphériques.

Nous sommes arrivés à la fin de cet aperçu général sur la structure de l'axe nerveux, par lequel nous avons voulu terminer l'étude du système nerveux cérébro-spinal.

Dans ces dernières leçons, nous avons dû abandonner bien souvent le terrain des faits. La structure interne de l'axe cérébro-spinal présente, en effet, encore tant de lacunes que pour pouvoir nous faire une idée générale de l'ensemble, nous nous trouvons dans la nécessité de devoir suppléer quelquefois aux faits précis qui nous manquent encore par des hypothèses plus ou moins probables. Ces hypothèses nous ont servi à construire un certain nombre de schémas destinés à mieux vous faire saisir l'origine, le trajet, la terminaison et les connexions multiples de ces nombreux faisceaux de fibres nerveuses qui servent à édifier l'axe cérébro-spinal.

Avant de finir, nous tenons cependant à vous déclarer que toutes ces figures schématiques construites sur des hypothèses ne doivent et ne peuvent avoir à vos yeux d'autre valeur que celle que scientifiquement on peut attribuer à des schémas.

« Un schéma, dit Edinger dans ses leçons sur le système nerveux central, un schéma est toujours un édifice fragile. On doit l'améliorer tantôt dans un endroit, tantôt dans un autre. Très souvent même on est obligé de détruire de fond en comble quelques-unes de ses parties et de les réédifier complètement. On a contesté l'utilité de construire des schémas dans un domaine qui offre encore tant de lacunes comme celui de la structure interne du système nerveux central. Comme réponse à ces critiques, nous pouvons répéter ici les paroles que le vieux Burdach écrivait en 1819. « La science ne consiste pas seulement dans une collection de faits isolés. Chaque fois que l'on a acquis un certain nombre de faits nouveaux, on est en droit de leur donner une place dans l'édifice total. Ce n'est pas par là que l'on peut enrayer les progrès de la science. Au contraire, c'est seulement quand nous sommes mis en état de contempler l'édifice dans son ensemble, que nous pouvons apercevoir, au premier coup d'œil, les lacunes de nos connaissances et les directions dans lesquelles nous devons pousser nos recherches ultérieures. Puissent de pareilles tentatives se renouveler souvent. Aucun schéma n'est détruit, sans avoir été de quelque utilité à la science. »

SYSTÈME NERVEUX SYMPATHIQUE

QUARANTE-DEUXIÈME LEÇON

Le *système nerveux sympathique* ou *système nerveux de la vie végétative* comprend une partie centrale et une partie périphérique.

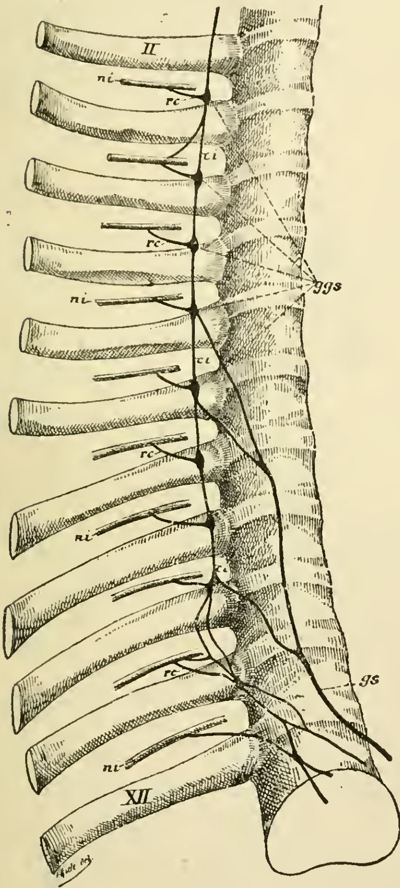


Fig. 613.

Portion thoracique de la chaine ganglionnaire du sympathique Gr. nat. 1/2.

ggs : Ganglions thoraciques.
ci : Cordons intermédiaires.
ni : Nerfs intercostaux.
rc : Rameaux communicants.
gs : Nerf grand splanchnique.
II : Deuxième côte.
XII : Douzième côte.

La partie centrale est formée par une série de ganglions située de chaque côté de la colonne vertébrale depuis la base du crâne jusqu'à l'extrémité inférieure de la région sacrée. Ces ganglions sont reliés les uns aux autres par des faisceaux de fibres nerveuses connus sous le nom de *cordons intermédiaires*. Il en résulte, de chaque côté de la colonne vertébrale, une chaîne continue appelée *chaîne sympathique*, fig. 613.

La partie périphérique est représentée par les fibres nerveuses qui partent de la chaîne sympathique pour se terminer dans les viscères (*nerfs viscéraux*), dans la paroi des vaisseaux (*nerfs vasculaires*), ou dans la profondeur des glandes.

La chaîne sympathique, avec les nerfs périphériques qui en dépendent, ne constitue cependant pas un système indépendant. Elle est reliée au système nerveux cérébro-spinal par un nombre considérable de faisceaux de fibres nerveuses qui partent des nerfs cérébro-spinaux pour se rendre dans les ganglions sympathiques. Ces faisceaux de fibres nerveuses sont connus sous le nom de *rameaux communicants*.

Le système nerveux sympathique comprend donc trois parties :

1° Les ganglions sympathiques avec les cordons intermédiaires.
2° Les nerfs périphériques viscéraux, vasculaires et glandulaires.
3° Les rameaux communicants.

Ganglions sympathiques. Les ganglions sympathiques existent en nombre variable sur les faces latérales de la colonne vertébrale. Théoriquement, on devrait y rencontrer autant de ganglions qu'il y a de nerfs périphériques dépendant de la moelle épinière, puisque chaque nerf spinal s'anastomose par un rameau communiquant avec le ganglion voisin du sympathique. Cette disposition s'est maintenue le long de la région dorsale, où l'on rencontre communément douze ganglions sympathiques. Ailleurs, elle s'est modifiée en ce sens que deux ou plusieurs ganglions voisins se

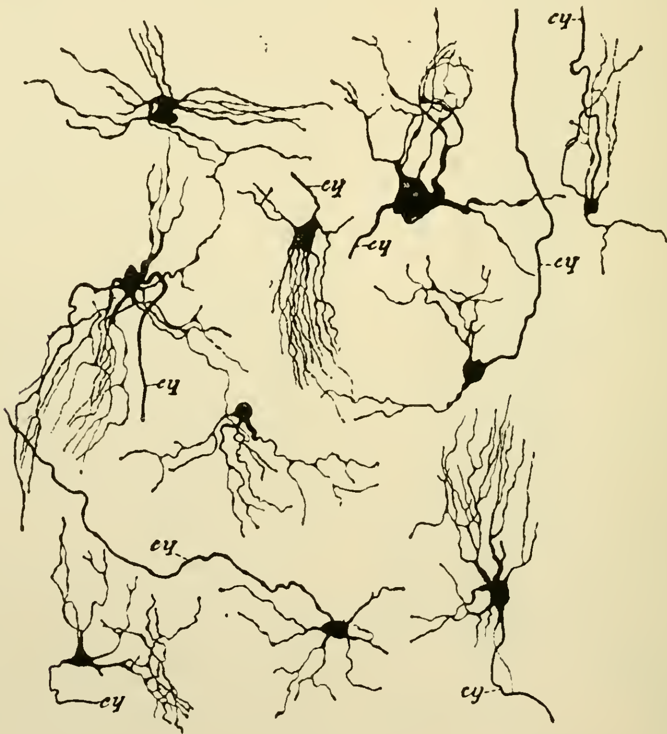


Fig. 614.
Quelques cellules nerveuses du ganglion cervical supérieur d'un chat nouveau-né.

sont fusionnés en un seul ganglion plus volumineux. C'est ainsi que le long de la colonne cervicale on ne compte généralement que trois (quelquefois deux) ganglions sympathiques en connexion avec les huit nerfs cervicaux. Cette fusion de plusieurs ganglions en un seul est moins fréquente dans

la partie inférieure de la chaîne sympathique, où l'on compte communément quatre ganglions lombaires, quatre ganglions sacrés et un seul ganglion coccygien.

Outre ces ganglions de la chaîne sympathique, on trouve encore de nombreux ganglions éparpillés dans les plexus nerveux périphériques ainsi que les quatre ganglions qui sont en connexion avec les branches du nerf trijumeau : le ganglion ciliaire, le ganglion sphéno-palatin, le ganglion otique et le ganglion sous-maxillaire.

Les ganglions sympathiques, éminemment variables de forme et de volume, présentent tous la même structure interne : ils sont formés de cellules nerveuses et de fibres nerveuses.

A. *Cellules nerveuses.* On sait depuis longtemps que les cellules nerveuses qui entrent dans la constitution des ganglions du sympathique appartiennent au type multipolaire, mais on pensait que chacun de leurs prolongements devenait le cylindre-axe d'une fibre nerveuse. Les recherches faites avec la méthode au chromate d'argent, par Kölliker, Ramon y Cajal, Van Gehuchten, Retzius, L. Sala, v. Lenhossek et Dogiel, nous ont appris que les cellules nerveuses qui entrent dans la constitution du système nerveux sympathique présentent, chez tous les mammifères, les mêmes caractères que les cellules nerveuses du système cérébro-spinal, fig. 614. Elles sont pourvues de plusieurs prolongements protoplasmatiques plus ou moins longs qui se terminent librement dans le voisinage de la cellule d'origine, et d'un seul prolongement cylindraxile; celui-ci devient le cylindre-axe d'une fibre nerveuse du cordon intermédiaire, du rameau communicant ou du nerf périphérique.

B. *Fibres nerveuses.* Tout ganglion du système nerveux sympathique est traversé par des faisceaux de fibres nerveuses se rendant dans un cordon intermédiaire, un rameau communicant ou un nerf périphérique.

Les fibres nerveuses longitudinales qui passent d'un ganglion dans les cordons intermédiaires ne sont probablement que les prolongements cylindraxiles de cellules nerveuses situées dans ce ganglion ou dans un ganglion voisin. Elles représenteraient les fibres commissurales longitudinales ayant pour fonction de relier l'un à l'autre les différents ganglions superposés, fig. 615.

Les fibres nerveuses qui pénètrent d'un ganglion dans le rameau communicant ou dans le nerf périphérique voisin représentent les prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses du ganglion lui-même. Quelques-unes d'entre elles cependant sont des fibres du système céré-

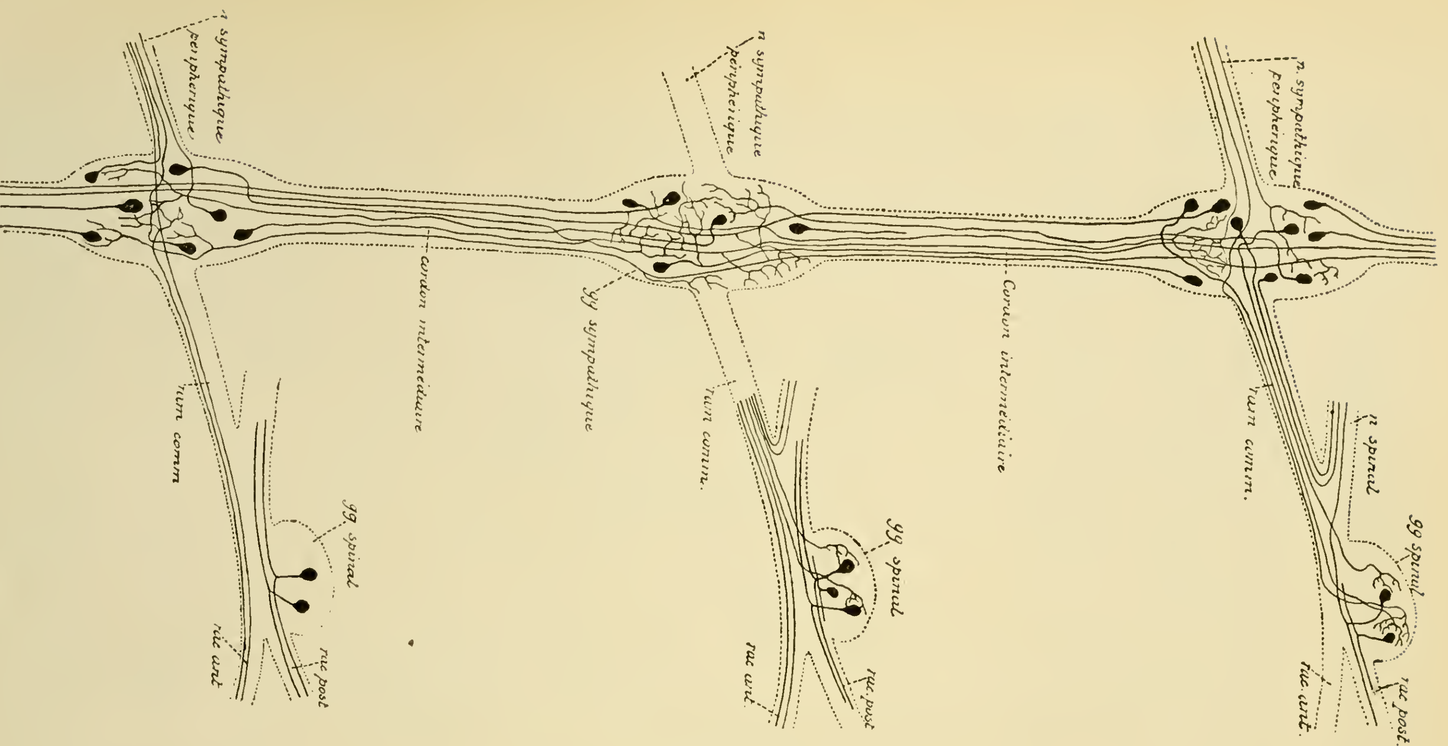


Fig. 615.

Schéma montrant la constitution de la chaîne ganglionnaire du sympathique et ses relations probables avec le système nerveux cérébro-spinal.

Tout rameau communicant renferme des fibres sympathiques et des fibres cérébro-spinales. Nous avons dessiné les premières dans le rameau communicant supérieur et les autres dans le rameau communicant inférieur.

Tout nerf sympathique périphérique renferme : *a*) Des fibres ayant leurs cellules d'origine dans les ganglions périphériques : nous les avons dessinées dans le voisinage du ganglion supérieur.

b) Des fibres ayant leurs cellules d'origine dans les ganglions de la chaine, et

c) Des fibres d'origine cérébro-spinale. Nous avons reproduit ces deux espèces de fibres nerveuses dans le nerf périphérique en connexion avec le ganglion inférieur.

bro-spinal amenées par le rameau communicant et qui traversent le ganglion de la chaîne sympathique pour se rendre dans l'un ou l'autre ganglion périphérique.

En traversant le ganglion sympathique, toutes ces fibres nerveuses abandonnent des branches collatérales qui se terminent, par des ramifications libres, entre les cellules constitutives du ganglion. En dehors des fibres nerveuses qui ont leurs cellules d'origine dans le ganglion lui-même et en dehors des fibres qui ne font que traverser le ganglion pour se rendre dans un cordon intermédiaire, le rameau communicant ou un nerf périphérique, on trouve encore, dans tout ganglion de la chaîne sympathique, un groupe de fibres nerveuses qui viennent s'y terminer : ce sont ou des fibres commissurales longitudinales appartenant à la chaîne sympathique, ou des fibres périphériques provenant de cellules nerveuses situées dans les *ganglions périphériques*, ou des fibres cérébro-spinales amenées par le rameau communicant, FIG. 615.

Toutes ces ramifications latérales et terminales produisent, dans l'épaisseur de chaque ganglion, un entrelacement inextricable de fibrilles nerveuses enveloppant de toutes parts les prolongements protoplasmatiques et le corps des cellules constitutives du ganglion.

D'après les recherches expérimentales de LANGLEY, toutes les fibres motrices cérébro-spinales, qui entrent dans la constitution du système nerveux sympathique, se termineraient dans l'un ou l'autre ganglion sympathique pour s'y mettre en connexion avec les cellules constitutives de ces ganglions. Les prolongements cylindraxiles de ces fibres sympathiques centrifuges iraient alors se terminer soit dans la paroi musculaire des vaisseaux ou des viscères, soit dans les glandes. Pour formuler cette conclusion, LANGLEY se base sur les faits expérimentaux suivants :

L'injection d'une faible dose de nicotine paralyse les cellules nerveuses; dans ces conditions, l'excitation des rameaux communicants renfermant les fibres motrices cérébro-spinales n'amène aucune contraction dans les muscles lisses ; au-contraire, cette contraction surgit dès qu'on excite les fibres sympathiques périphériques.

Le fait a été établi par LANGLEY et ANDERSON pour l'innervation des muscles redresseurs des poils chez le chat et par LANGLEY, ANDERSON et LANGENDORFF pour l'innervation des muscles intrinsèques du globe oculaire : le muscle ciliaire ou muscle tenseur de la choroïde et le muscle constricteur de l'iris. Nous avons d'ailleurs déjà vu que, pour les fibres motrices des nerfs ciliaires, la conclusion des recherches expérimentales de LANGLEY, ANDERSON et LANGENDORFF a été confirmée par les recherches anatomiques

de Apolant : la section du nerf oculo-moteur commun faite chez de jeunes chats, entre le point d'émergence au cerveau moyen et son entrée dans la cavité orbitaire, est suivie de la dégénérescence des fibres du bout périphérique, mais ces fibres ne dégénèrent pas au-delà du ganglion ciliaire.

Il semble donc établi, dans l'état actuel de la science, que l'axe cérébro-spinal se trouve relié aux organes périphériques, innervés par le sympathique, par deux neurones moteurs superposés :

1° Un neurone moteur cérébro-spinal ou *fibre pré-ganglionnaire* de Langley, passant par le rameau communicant et allant se terminer dans l'un ou l'autre ganglion sympathique. Nous avons vu que ces fibres motrices d'origine spinale passent plus que probablement par la racine postérieure des nerfs spinaux.

2° Un neurone moteur sympathique ou *fibre post-ganglionnaire* de Langley, ayant sa cellule d'origine dans un des ganglions du sympathique et allant se terminer dans les muscles de la paroi des vaisseaux et des viscères ou dans les glandes.

Les nerfs périphériques. Les nerfs périphériques du système nerveux sympathique sont formés de fibres nerveuses à myéline et de fibres sans myéline ou fibres de Remak. Ces dernières forment cependant l'élément constitutif principal des nerfs sympathiques. Ces nerfs se rendent dans les parois des viscères, ou dans les parois des vaisseaux, ou dans la profondeur des glandes annexes du système intestinal et du système uro-génital.

Les nerfs sympathiques périphériques renferment trois groupes de fibres nerveuses :

a) Des *fibres motrices* destinées à innerver les muscles lisses des vaissseaux (nerfs vaso-moteurs) et des viscères. Ces fibres motrices innervent aussi un certain nombre de muscles striés : tels les muscles du cœur, de la partie supérieure de l'œsophage et du pharynx.

b) Des *fibres sécrétoires* destinées aux glandes annexes du système intestinal et du système uro-génital.

c) Des *fibres sensitives.* Celles-ci se terminent par des ramifications libres, soit entre les cellules épithéliales des muqueuses, soit dans la profondeur des parois vasculaires et viscérales, soit entre les éléments constitutifs des glandes. Quelques-unes de ces fibres se terminent entre les deux feuillets du mésentère et y produisent les corpuscules de Pacini.

Kölliker pense que toutes les fibres sensitives du système nerveux sympathique appartiennent, en réalité, au système nerveux cérébro-spinal.

Dogiel, au contraire, est d'avis que, dans les organes périphériques qui dépendent du sympathique, il existe des cellules nerveuses spéciales, sensitives, dont les prolongements protoplasmatiques se terminent entre les cellules épithéliales ou endothéliales et dont le prolongement cylindraxile va se terminer : soit dans un ganglion sympathique pour s'y mettre en connexion avec la cellule d'origine d'une fibre motrice et constituer avec cette dernière un arc nerveux réflexe, soit dans le système nerveux cérébro-spinal.

Les nerfs périphériques du système nerveux sympathique présentent un mode de distribution caractéristique qui les distingue des nerfs cérébro-spinaux. Ils ont une grande tendance à se réunir, à s'entrelacer les uns dans les autres et à former des plexus. Aux nœuds de ces plexus, on rencontre fréquemment des amas plus ou moins volumineux de cellules nerveuses qui constituent les *ganglions périphériques*. Ces cellules nerveuses appartiennent au type multipolaire ; elles possèdent plusieurs prolongements

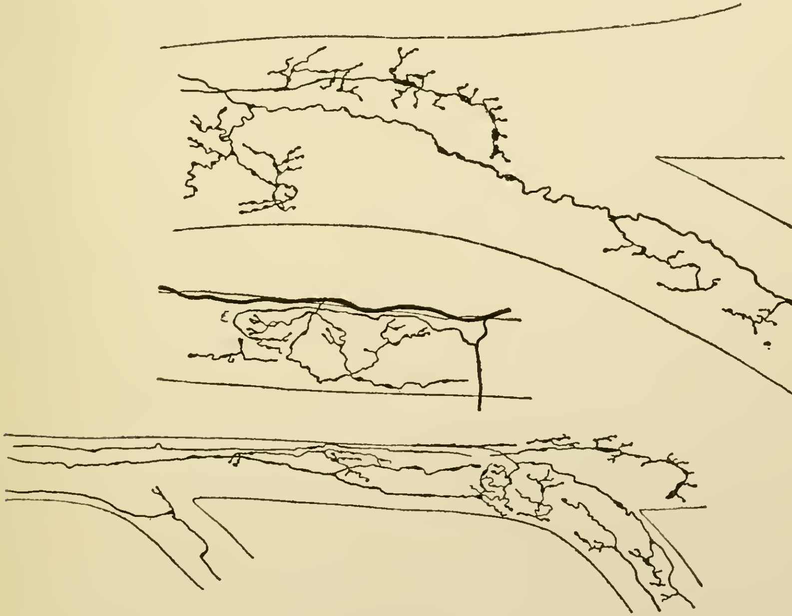


Fig. 616.

Les ramifications terminales des fibres nerveuses sympathiques dans les parois des vaisseaux. Réduction obtenue dans le rein de souris blanches nouveau-nées.

protoplasmatiques et un seul prolongement cylindraxile, ainsi que nous avons pu nous en convaincre sur les ganglions semi-lunaires de chats et de chiens adultes.

Nos connaissances concernant l'organisation interne du système nerveux sympathique sont encore très incomplètes. On suppose que les nerfs périphériques sont formés à la fois de fibres à conduction centrifuge —

fibres représentant les prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses des ganglions de la chaîne sympathique ou provenant directement du système nerveux cérébro-spinal par les rameaux communicants — et de fibres à conduction centripète, représentant les prolongements cylindraxiles des cellules nerveuses des ganglions périphériques (Dogiel), ou bien représentant les prolongements périphériques des cellules des ganglions cérébro-spinaux (Kölliker).

Les fibres à conduction centrifuge se terminent, par des ramifications libres, dans les organes périphériques : témoins les ramifications terminales que l'on observe, avec la plus grande facilité, dans les parois des vaisseaux sanguins dans le rein de souris et de rats, fig. **616** (Retzius, Van Gehuchten et Kölliker).

Les fibres à conduction centripète se terminent probablement dans les ganglions de la chaîne sympathique.

Les rameaux communicants. Les rameaux communicants sont des faisceaux de fibres nerveuses reliant les nerfs spinaux aux ganglions de la chaîne sympathique. On admet généralement que ces rameaux communicants renferment des fibres cérébro-spinales et des fibres sympathiques.

Les fibres d'origine cérébro-spinale, amenées par les rameaux communicants dans les ganglions de la chaîne sympathique, sont des *fibres motrices* destinées à maintenir les cellules nerveuses sympathiques sous la dépendance du système nerveux cérébro-spinal. Ces fibres se terminent en partie dans les ganglions de la chaîne sympathique, en partie passent directement dans les nerfs périphériques pour se rendre dans les ganglions périphériques, fig. **615**.

Les fibres d'origine périphérique, qui pénètrent dans les rameaux communicants, peuvent s'y comporter de deux façons. Les unes, arrivées au ganglion spinal, se recourbent en dehors et deviennent fibres constitutives du nerf spinal périphérique. Les autres continuent leur trajet vers la moelle pour transmettre à cette partie inférieure de l'axe cérébro-spinal les impressions recueillies dans les organes périphériques. Ces fibres ayant la conduction centripète doivent être considérées comme des *fibres sensitives*. On ne connaît rien de certain sur leur trajet ultérieur. Une chose semble établie, c'est que ces fibres ne pénètrent pas dans la moelle épinière. Nous avons vu, en effet, que toutes les fibres des racines antérieures de la moelle sont des fibres motrices ayant leurs cellules d'origine dans la corne antérieure de la substance grise, et que, parmi les fibres des racines postérieures, quelques-unes, *motrices*, ont également leurs cellules

dans la colonne grise antérieure, tandis que toutes les autres représentent les prolongements cylindraxiles des cellules des ganglions spinaux.

D'après des recherches de Ramon y Cajal, les fibres sympathiques du cordon intermédiaire pénètreraient dans le ganglion spinal pour s'y terminer, par des ramifications libres, autour du corps des cellules nerveuses. Les impressions sensitives recueillies par les fibres du système sympathique seraient donc transmises aux cellules des ganglions spinaux, c'est-à-dire aux éléments sensitifs du système cérébro-spinal. Mais, malgré des recherches très nombreuses que nous avons faites dans le but de contrôler ces observations de Ramon y Cajal, nous ne sommes pas encore parvenu à mettre en évidence, dans le ganglion spinal, ces ramifications terminales des fibres sympathiques. Ces observations de Ramon y Cajal n'ont, jusqu'à présent, pas encore reçu de confirmation. Retzius, dans ces derniers temps, a décrit cependant des ramifications cylindraxiles terminales dans les ganglions spinaux.

Le système nerveux sympathique forme un tout continu s'étendant depuis la face inférieure de l'atlas jusqu'au ganglion coccygien situé au-devant du coccyx, fig. 617. Pour la facilité de la description des différents ganglions qui le constituent et des nerfs périphériques qui en dépendent, on le divise généralement en quatres parties distinctes :

1° la *partie cervicale;*

2° la *partie dorsale;*

3° la *partie lombaire;*

4° la *partie sacrée*;

Pour chacune de ces parties de la chaîne ganglionnaire, nous décrirons le nombre et la position des ganglions qui la constituent, ainsi que les branches qui partent de ces ganglions et que l'on peut ranger en trois groupes :

1° des branches anastomotiques;

2° des branches vasculaires;

3° des branches viscérales.

Le sympathique cervical.

Dans la région cervicale, la chaîne sympathique est située au-devant des apophyses transverses des vertèbres cervicales; elle en est séparée par le muscle long du cou et par le muscle grand droit antérieur de la tête recouverts par l'aponévrose prévertébrale. On la trouve en arrière

de la veine jugulaire interne, en arrière et un peu en dehors du nerf pneumo-gastrique, de l'artère carotide interne en haut et de l'artère carotide primitive en bas.

La partie cervicale du grand sympathique ne comprend plus que deux ou trois ganglions reliés entre eux par des cordons intermédiaires. On désigne ces ganglions sous le nom de *ganglion cervical supérieur, ganglion cervical moyen* et *ganglion cervical inférieur.*

Ganglion cervical supérieur. Le ganglion cervical supérieur est le plus volumineux de tous les ganglions de la chaîne sympathique. C'est un ganglion fusiforme, mesurant de deux à quatre ou cinq centimètres de longueur, et situé au-devant des apophyses transverses des vertèbres cervicales supérieures, depuis le corps de la deuxième jusqu'à celui de la quatrième et quelquefois de la cinquième vertèbre cervicale. Il est séparé des apophyses transverses de ces vertèbres par le muscle grand droit antérieur de la tête et par l'aponévrose prévertébrale. Il se trouve placé directement en arrière de la carotide interne et est croisé, en dehors, par les nerfs glosso-pharyngien, pneumo-gastrique et hypoglosse.

Branches anastomotiques. Le ganglion cervical supérieur du sympathique s'anastomose :

1° Avec les branches antérieures des quatre premiers *nerfs cervicaux.* Ce sont les rameaux communicants qui relient ce ganglion au système nerveux cérébro-spinal.

2° Avec les *nerfs craniens voisins.* Le ganglion supérieur envoie des branches anastomotiques aux nerfs glosso-pharyngien, pneumo-gastrique et grand hypoglosse.

3° Avec le *ganglion cervical moyen.* De l'extrémité inférieure du ganglion part un faisceau de fibres nerveuses qui se dirige verticalement en bas pour s'unir à l'extrémité supérieure du ganglion cervical moyen. C'est le cordon intermédiaire étendu entre les deux premiers ganglions de la chaîne sympathique.

4° Avec les *nerfs craniens supérieurs.* De l'extrémité supérieure de ce ganglion part un filet nerveux assez grêle connu sous le nom de *nerf carotidien.* Il accompagne l'artère carotide interne jusque dans le canal carotidien de l'os temporal, où il se divise en deux rameaux : un rameau interne et un rameau externe; ces rameaux s'anastomosent fréquemment entre eux pour constituer autour de l'artère carotide le *plexus carotidien interne.* Ce plexus accompagne l'artère dans le sinus caverneux, où il prend le nom de *plexus caverneux.*

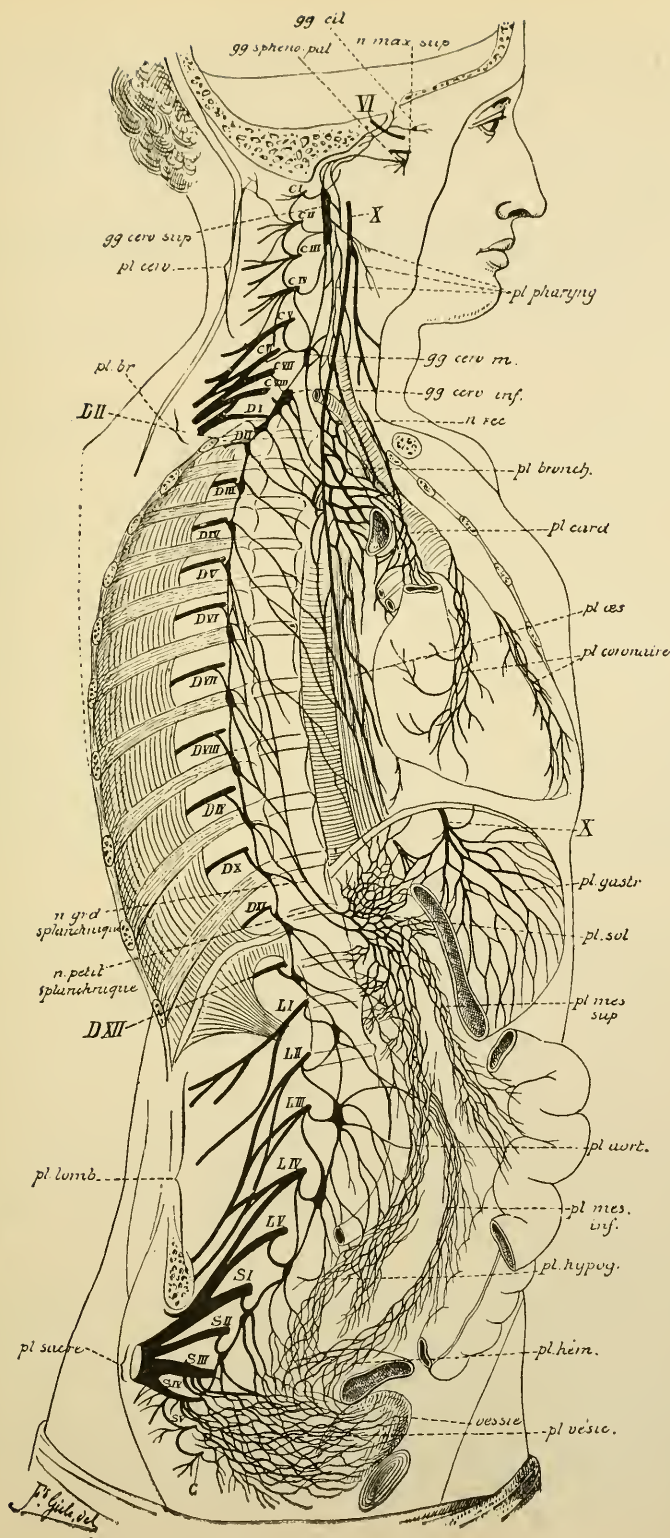


Fig. 617.

La chaîne sympathique droite et ses connexions avec les plexus des cavités thoracique, abdominale et pelvienne. (Figure schématique d'après Schwalbe).

Du plexus carotidien partent des fines branches collatérales qui vont s'anastomoser :

a) avec un des *filets du rameau de Jacobson* sur la paroi interne de l'oreille moyenne ;

b) avec le *nerf grand pétreux superficiel* pour constituer le *nerf vidien* et se rendre au ganglion sphéno-palatin, dont ces filets sympathiques constituent la *racine ganglionnaire.*

Du plexus caverneux partent aussi de nombreux filets très grêles qui vont se rendre :

a) dans le nerf oculo-moteur externe, le nerf pathétique, le nerf oculo-moteur commun et le nerf ophthalmique de Willis, pendant le passage de ces nerfs dans la paroi externe du sinus caverneux ;

b) dans le ganglion ciliaire ou ganglion ophthalmique situé au fond de la cavité orbitaire Ce filet passe par la fente sphénoïdale et constitue la racine ganglionnaire de ce ganglion ;

c) dans l'hypophyse.

De ce plexus caverneux se détachent encore des filets vasculaires qui vont former des plexus dans la paroi de toutes les artères qui naissent de l'artère carotide interne : le *plexus de l'artère ophthalmique*, le *plexus de l'artère cérébrale antérieure,* de *l'artère cérébrale moyenne* et de *l'artère communicante postérieure,* ainsi que de toutes les branches collatérales qui naissent de ces troncs artériels.

Branches vasculaires. Outre les branches fournies à l'artère carotide interne et à toutes les artères collatérales et terminales de ce tronc artériel, le ganglion cervical supérieur du sympathique fournit encore des rameaux qui vont constituer le *plexus carotidien externe.* Ces rameaux se rendent directement à la partie voisine de la carotide interne, descendent le long de cette artère jusqu'au point de bifurcation de la carotide primitive. Là, ils s'unissent avec des rameaux venus du nerf pneumo-gastrique et du nerf glosso-pharyngien pour former le *plexus intercarotidien.* On trouve souvent dans ce plexus un petit ganglion nerveux, le *ganglion intercarotidien* ou *ganglion d'Arnold.*

Du plexus intercarotidien partent de nombreux filets qui vont entourer l'artère carotide externe, *plexus carotidien externe*, passant successivement sur toutes les branches fournies par la carotide externe et constituant le *plexus thyroïdien inférieur*, le *plexus lingual*, le *plexus facial*, le *plexus occipital*, le *plexus pharyngien inférieur*, le *plexus auriculaire*, le *plexus temporal superficiel* et le *plexus maxillaire interne.*

Dans la paroi de toutes ces artères, ces plexus abandonnent de petites ramilles destinées à innerver les muscles de la couche musculaire (nerfs vaso-moteurs).

Branches viscérales. Du ganglion cervical supérieur partent encore :

1° Des *rameaux pharyngiens.* Ceux-ci partent du ganglion et se dirigent obliquement en bas et en dedans pour gagner la paroi latérale du pharynx. Là, ils se réunissent avec des branches venues du nerf glosso-pharyngien et du nerf pneumo-gastrique pour constituer le *plexus pharyngien* d'où partent alors les fibres destinées à la muqueuse, aux muscles et aux vaisseaux.

2° Des *rameaux laryngiens.* Ceux-ci s'anastomosent avec des filets du nerf laryngé inférieur pour constituer le *plexus laryngé.*

3° Le *nerf cardiaque supérieur.* Né par deux ou trois filets en partie du ganglion supérieur et en partie du cordon intermédiaire, le nerf cardiaque supérieur se dirige en bas et en dedans, il passe derrière l'artère thyroïdienne supérieure, pénètre dans le cage thoracique et va prendre part à la constitution du *plexus cardiaque.*

Ganglion cervical moyen. FIG. **617.** Le ganglion cervical moyen est beaucoup plus petit que le ganglion cervical supérieur. Il est situé au niveau de l'apophyse transverse de la sixième vertèbre cervicale, en dedans ou au devant de l'artère thyroïdienne inférieure, un peu au-dessus de l'artère sous-clavière. Ce ganglion n'est pas constant.

Branches anastomotiques. Il s'anastomose :

1° avec les branches antérieures du *cinquième* et du *sixième nerf cervical,* au moyen de deux rameaux communicants;

2° avec le *ganglion cervical supérieur* par un cordon intermédiaire long et grêle;

3° avec le *ganglion cervical inférieur*, au moyen de deux cordons, dont l'un passe devant et l'autre derrière l'artère sous-clavière; ces deux cordons constituent ainsi une anse nerveuse appelée *anse nerveuse de Vieussens.*

Branches vasculaires. Il fournit des branches vasculaires à l'artère thyroïdienne inférieure constituant le *plexus thyroïdien inférieur* et s'étendant jusque dans le corps thyroïde.

Branches viscérales. Le *nerf cardiaque moyen.* Il naît du ganglion cervical moyen par deux ou plusieurs filets grêles, descend derrière la carotide interne, passe devant ou derrière l'artère sous-clavière et se rend dans le *plexus cardiaque.*

Ganglion cervical inférieur. Ce ganglion est situé au niveau de l'espace qui sépare l'apophyse transverse de la septième vertèbre cervicale et le col de la première côte, en arrière de l'artère sous-clavière. Il a une forme irrégulière.

Branches anastomotiques. Il s'anastomose :

1° Avec la branche antérieure du *septième* et du *huitième nerf cervical* au moyen de deux rameaux communicants;

2° Avec le *ganglion cervical moyen* par deux cordons intermédiaires qui forment l'*anse de Vieussens.*

3° Avec le *premier ganglion dorsal* par un cordon intermédiaire très court.

Branches vasculaires. Ces branches se jettent en partie sur l'artère sous-clavière pour constituer un plexus nerveux qui va se distribuer dans la paroi musculaire de toutes les artères qui dépendent de l'artère sous-clavière; elles se rendent en partie aussi à l'artère vertébrale constituant le *plexus vertébral* et accompagnant toutes les ramifications de ce tronc artériel.

Branches viscérales. Le ganglion cervical inférieur fournit le *nerf cardiaque inférieur.* Ce nerf passe derrière le tronc artériel brachio-céphalique à droite, derrière la crosse de l'aorte à gauche et s'épuise dans le *plexus cardiaque.*

Le plexus cardiaque. Le plexus cardiaque est constitué par les trois nerfs cardiaques venant de chaque côté de la chaîne ganglionnaire du sympathique cervical et par de nombreux filets nerveux appartenant aux deux nerfs pneumo-gastriques.

Les nerfs cardiaques gauches passent au-devant de la crosse de l'aorte, tandis que les nerfs cardiaques droits passent derrière cette crosse.

Ce plexus est situé en partie sur la face antérieure et en partie sur la face postérieure de la crosse aortique.

Il présente, sur la face concave de la crosse, un ganglion nerveux assez volumineux appelé *ganglion de Wrisberg.*

De ce plexus cardiaque partent deux groupes de branches : des branches anastomotiques et des branches vasculaires.

Branches anastomotiques. Le plexus cardiaque s'anastomose avec les plexus bronchique et pulmonaire droits et avec les plexus bronchique et pulmonaire gauches.

Branches vasculaires. Il donne des branches :

a) A l'artère pulmonaire constituant le *plexus de l'artère pulmonaire.*

b) Aux troncs artériels qui partent de la crosse de l'aorte.

c) Aux artères coronaires ; ces filets nerveux constituent le *plexus coronaire droit* et le *plexus coronaire gauche.* Ces deux plexus accompagnent les ramifications des deux artères coronaires sur la face antérieure et sur la face postérieure du cœur. Ils abandonnent un grand nombre de filets nerveux qui pénètrent directement dans la substance propre du cœur et qui vont se terminer, par des ramifications indépendantes, sur les fibres musculaires.

Ces plexus coronaires sont riches en ganglions périphériques. On décrit ces ganglions comme situés de préférence sur la face externe du cœur immédiatement en dessous du péricarde. Ils sont le plus nombreux dans le sillon horizontal qui sépare les oreillettes des ventricules, ainsi qu'au niveau de l'embouchure des veines caves supérieure et inférieure dans l'oreillette droite. On admet aussi qu'il existe de petits ganglions microscopiques entre les fibres musculaires mêmes des parois. Dans les recherches que nous avons faites avec la méthode de Golgi sur les nerfs du cœur de la souris blanche nouveau-née, nous avons observé un entrelacement très abondant de fibres nerveuses entre les cellules musculaires de la paroi ventriculaire, mais nous n'avons pas eu la bonne fortune d'obtenir réduites les cellules des ganglions périphériques. Cette même richesse de fibres nerveuses, dans toute l'étendue du myocarde, a été observée par Jacques et par Heymans et Demoor.

Le sympathique thoracique.

La portion thoracique du système nerveux sympathique est formée de onze ou de douze ganglions, appelés *ganglions thoraciques* et reliés les uns aux autres par des cordons intermédiaires, fig. 618.

Ces ganglions thoraciques sont situés, de chaque côté de la colonne vertébrale, au-devant des apophyses transverses des vertèbres dorsales, entre les têtes des côtes ; ils sont recouverts immédiatement par la plèvre costale.

De cette chaîne sympathique partent trois groupes de branches nerveuses : des *branches anastomotiques*, des *branches vasculaires* et des *branches viscérales.*

Branches anastomotiques. Chaque ganglion thoracique est relié à la

branche antérieure du nerf spinal voisin par un, quelquefois par deux *rameaux communicants*. Chaque ganglion est relié encore aux deux ganglions sympathiques voisins par des *cordons intermédiaires*.

Branches vasculaires. Les branches vasculaires partent de la chaîne thoracique ; les unes se dirigent en dehors et accompagnent les artères intercostales — elles constituent des plexus dans les parois de ces artères ; — les autres se dirigent en dedans accompagnant l'artère intercostale jusqu'au tronc aortique et vont prendre part à la constitution du *plexus aortique thoracique*. Ce plexus se continue en haut avec le plexus cardiaque et, en bas, avec le plexus cœliaque.

Fig. 618.
Portion thoracique de la chaine ganglionnaire du sympathique Gr. nat. 1/2.
ggs : Ganglions thoraciques.
ci : Cordons intermédiaires.
ni : Nerfs intercostaux.
rc : Rameaux communicants.
gs : Nerf grand splanchnique.
II : Deuxième côte.
XII : Douzième côte.

Branches viscérales. Outre les filets nerveux fournis au *plexus œsophagien* et au *plexus pulmonaire*, la portion thoracique du système nerveux sympathique fournit encore deux branches volumineuses appelées *nerf grand splanchnique* et *nerf petit splanchnique*.

Le *nerf grand splanchnique* est formé par des filets nerveux qui, venant du sixième, du septième, du huitième et du neuvième ganglion thoracique, se dirigent obliquement en bas et en dedans pour se réunir en un tronc volumineux sur la face latérale du corps de la douzième vertèbre dorsale. Il traverse alors la partie interne du pilier correspondant du muscle diaphragme, pénètre ainsi dans la cavité abdominale pour se terminer dans le ganglion semi-lunaire du *plexus cœliaque* ou *plexus solaire*.

Le *nerf petit splanchnique* naît des deux ou trois derniers ganglions thoraciques par deux ou trois filets très grêles qui se dirigent obliquement en bas et en dedans pour se réunir en un tronc unique. Celui-ci

traverse le muscle diaphragme un peu en dehors de l'endroit par où passe le nerf grand splanchnique. Arrivé dans la cavité abdominale, il se divise en deux ou trois rameaux qui se rendent dans le *plexus solaire* et dans le *plexus rénal*.

Le sympathique lombaire.

La portion lombaire du système nerveux sympathique est généralement constituée par quatre ganglions appelés *ganglions lombaires* et reliés les uns aux autres par des cordons intermédiaires.

Ces ganglions sont situés sur la face antéro-latérale de la colonne lombaire immédiatement au-devant de l'insertion supérieure du muscle psoas. Les ganglions droits sont recouverts par la veine cave inférieure, tandis que ceux du côté gauche sont en rapport avec l'aorte abdominale.

Le cordon intermédiaire qui relie le premier ganglion lombaire au dernier ganglion dorsal traverse le pilier du muscle diaphragme un peu en dehors des nerfs splanchniques. Celui du côté gauche traverse quelquefois l'ouverture aortique du diaphragme, à gauche de l'aorte.

De ces ganglions lombaires et des cordons intermédiaires qui les réunissent partent des *branches anastomotiques*, des *branches vasculaires* et des *branches viscérales*.

Branches anastomotiques. Chaque ganglion lombaire est relié, par un ou par deux rameaux communicants, aux branches antérieures des nerfs lombaires. Ces rameaux communicants se dirigent en haut et en arrière, passent en dessous des arcades aponévrotiques que présente le muscle psoas, à l'endroit où ils s'insèrent sur les corps des vertèbres lombaires, et se jettent dans les branches constitutives du plexus lombaire, dans l'épaisseur même du muscle psoas.

Branches vasculaires et viscérales. Des ganglions lombaires partent des filets nerveux destinés aux artères lombaires. Ces filets constituent, dans la paroi de ces artères, un plexus nerveux qui accompagne l'artère en dehors jusque dans ses ramifications terminales et, en dedans, jusqu'à l'aorte abdominale, autour de laquelle ils vont constituer le *plexus aortique abdominal*. Ce plexus entoure toute l'étendue de l'aorte depuis l'orifice aortique du diaphragme jusqu'au point où l'aorte se divise en artères iliaques primitives et artère sacrée moyenne. Il est le plus développé au niveau de l'extrémité supérieure de l'aorte abdominale, où il se continue avec le plexus aortique thoracique. A ce niveau il forme, autour du tronc cœliaque, un plexus volumineux appelé *plexus cœliaque* ou *plexus solaire*.

Le *plexus cœliaque* entoure l'origine du tronc cœliaque et de l'artère mésentérique supérieure. Compris entre les deux capsules surrénales, il s'étend depuis l'orifice aortique du muscle diaphragme jusqu'au point où naissent les artères rénales. Il est situé au-devant de l'aorte abdominale et au-devant de la portion lombaire du muscle diaphragme.

Ce plexus est constitué, de chaque côté, par les deux nerfs splanchniques, par des filets du nerf pneumo-gastrique et par des filets nerveux venant des ganglions lombaires supérieurs. De chaque côté de la colonne vertébrale, appliqué contre le pilier correspondant du muscle diaphragme, au niveau des capsules surrénales, on trouve dans ce plexus un ganglion volumineux à bord externe convexe et à bord interne concave, appelé *ganglion semi-lunaire*. Les deux ganglions semi-lunaires sont reliés l'un à l'autre par de nombreux filets passant au-devant de l'aorte. Chaque ganglion reçoit le *nerf grand splanchnique* du côté correspondant et un rameau venu du nerf petit splanchnique ; de plus, dans le ganglion semi-lunaire droit se jette encore une branche volumineuse du nerf pneumo-gastrique droit. Ce nerf pneumo-gastrique droit, le ganglion semi-lunaire droit et le nerf grand splanchnique droit forment ainsi une anse volumineuse à concavité supérieure connue sous le nom de *anse mémorable de Wrisberg*.

Le plexus cœliaque renferme encore d'autres petits ganglions irrégulièrement distribués. Il donne naissance à une série de plexus secondaires accompagnant les branches artérielles qui naissent de la partie supérieure de l'aorte abdominale, FIG. 619.

a) Les *plexus diaphragmatiques inférieurs* accompagnant les artères diaphragmatiques inférieures ; ils donnent des filets au diaphragme, aux capsules surrénales et à la partie inférieure de l'œsophage.

b) Le *plexus coronaire stomachique* donnant des filets aux parois de l'estomac dans les parties voisines de la petite courbure.

c) Le *plexus hépatique* destiné au foie et qui abandonne des filets à l'artère polyrique, à l'artère gastro-épiploïque droite et aux artères jumelles ou cystiques. Ce plexus accompagne non seulement les branches de l'artère hépatique, mais il entoure aussi le canal cholédoque, le canal cystique, le canal hépatique et la veine-porte.

d) Le *plexus splénique* destiné au pancréas, à la grande courbure de l'estomac et à la rate.

e) Le *plexus mésentérique supérieur*. Il enlace l'artère du même nom, court entre les deux feuillets du mésentère et envoie ses filets terminaux dans les parois de l'intestin grêle et de la moitié droite du gros intestin.

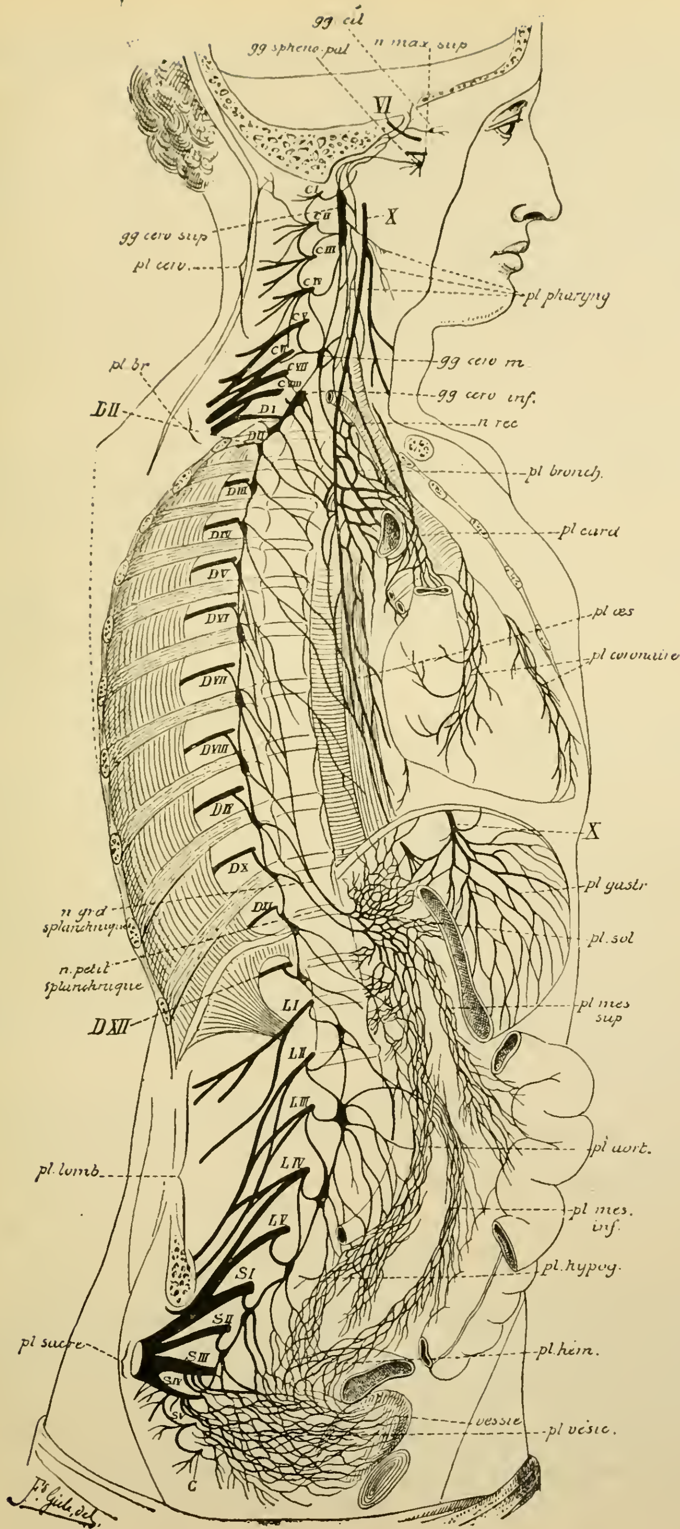


FIG. 617.
La chaine sympathique droite et ses connexions avec les plexus des cavités thoracique, abdominale et pelvienne. (Figure schématique d'après SCHWALBE).

Un grand nombre de ces filets s'arrêtent entre les deux feuillets du mésentère et s'y terminent par un *corpuscule de Pacini.*

f) Les *plexus surrénaux* destinés aux capsules surrénales.

g) Les *plexus rénaux* accompagnant les artères rénales. Ces filets nerveux sont destinés aux reins, mais ils abandonnent un plexus à l'artère capsulaire inférieure et un autre à l'artère spermatique.

h) Les *plexus spermatiques.* Ils viennent en partie du plexus aortique, en partie des plexus rénaux; ils accompagnent l'artère spermatique et se distribuent, de chaque côté, au testicule et à l'épididyme. Chez la femme, ils accompagnent l'*artère ovarique* et sont destinés à l'ovaire et à la partie supérieure de la matrice.

Tous ces plexus renferment de nombreux petits ganglions sympathiques périphériques. Ils sont destinés à innerver non seulement les muscles de la paroi contractile des artères, mais ils doivent encore donner la motilité aux muscles et la sensibilité à la muqueuse de tous les viscères.

La partie inférieure du plexus aortique abdominal, depuis l'origine de l'artère spermatique jusqu'à la division de l'aorte abdominale en artères iliaques primitives, porte le nom de *plexus lombo-aortique.* Celui-ci fournit le *plexus mésentérique inférieur* qui enlace l'artère correspondante pour aller se distribuer à la moitié gauche du gros intestin.

Le *plexus lombo-aortique* se continue, en haut, avec le plexus cœliaque. En bas, il se jette sur les artères iliaques primitives, de là sur l'artère iliaque externe et va fournir les nerfs vaso-moteurs pour toutes les branches collatérales et terminales qui naissent de ces artères, c'est-à-dire pour toutes les artères du petit bassin et du membre inférieur. Au point de bifurcation de l'artère iliaque primitive, une partie du plexus accompagne l'artère iliaque interne et pénètre, de chaque côté, dans le petit bassin pour constituer le *plexus hypogastrique.*

Entre les deux artères iliaques primitives, le plexus lombo-aortique se jette sur l'artère sacrée moyenne, pénètre avec elle dans le petit bassin et va s'unir au *plexus hypogastrique.*

Le sympathique sacré.

La portion sacrée du système nerveux sympathique est formée, de chaque côté de la ligne médiane, par quatre ganglions irréguliers appelés *ganglions sacrés*, reliés les uns aux autres par des cordons intermédiaires. Cette chaîne sacrée est située sur la face antérieure du sacrum, tout près de la ligne médiane, en dedans des trous sacrés antérieurs.

Le ganglion sacré supérieur est relié au dernier ganglion lombaire par un cordon intermédiaire. Du quatrième ganglion sacré part, de chaque côté, un filet nerveux qui descend sur la face antérieure du coccyx pour s'y terminer dans un petit ganglion médian : le *ganglion coccygien*. De ces ganglions sacrés et du ganglion coccygien partent des *branches anastomotiques*, des *branches vasculaires* et des *branches viscérales*.

Branches anastomotiques. Chaque ganglion sacré est relié à la branche antérieure du nerf sacré voisin par un rameau communicant.

Branches vasculaires et viscérales. Des ganglions sacrés et coccygien partent un grand nombre de filets nerveux qui se dirigent obliquement en haut, en avant et en dehors ; ils s'anastomosent fréquemment les uns avec les autres pour constituer le *plexus hypogastrique*,

Le *plexus hypogastrique* est situé dans l'excavation pelvienne, sur les côtés du rectum et de la vessie chez l'homme, sur les côtés du rectum, du vagin et de la vessie chez la femme. Il est formé :

1° par des branches nerveuses venant directement des ganglions sacrés et du ganglion coccygien ;

2° par des filets nerveux émanés directement, de chaque côté, du troisième et du quatrième nerf sacré ;

3° par la partie du plexus lombo-aortique qui se jette sur l'artère sacrée moyenne et sur l'artère iliaque interne ;

4° par des filets venant de la partie inférieure du plexus mésentérique inférieure (ou plexus hémorrhoïdal).

Le plexus hypogastrique donne naissance à une série de plexus secondaires destinés à innerver les viscères renfermés dans l'excavation pelvienne. Pour atteindre ces viscères, les plexus accompagnent les artères qui leur sont destinées. Le plexus hypogastrique fournit donc, de chaque côté :

1° le *plexus hémorrhoïdal moyen ;*

2° le *plexus vésical ;*

3° le *plexus prostatique ;*

4° le *plexus caverneux* et

5° le *plexus séminal.*

Ces trois derniers plexus sont remplacés chez la femme par le *plexus utérin* et le *plexus vaginal.*

Littérature.

KÖLLIKER *Histologische Mittheilungen.* Sitzungsber. d. phys.-medic. Gesellsch. zu Würzburg, 1889. — CAJAL : *Sobre la red nerviosa 'ganglionar de la vellosidades intestinales. Terminaciones nerviosas glandulares.* Nuevas applicationes del metodo de GOLGI, Barcelone. 1889. — *Sobre la existencia de terminaciones nerviosas pericellulares en los ganglios raquidianos.* Pequenas communicaciones anatomicas, 1890. — *Estructura y connexiones de los ganglios simpaticos.* Pequenas contribuciones al conocimiento del sistema nervioso, Barcelone, 1891. — *Algunos detalles mas sobre las cellulas simpaticas.* Ibid. — *Estructura del gran simpatico de los mamiferos.* Gaceta sanitaria, 1891. — CAJAL et C. SALA : *Terminacion de los nervios y tubos glandulares del pancreas de los vertebrados,* Barcelone, 1891. — VAN GEHUCHTEN : *Les cellules nerveuses du sympathique chez quelques mammifères et chez l'homme.* La Cellule, 1892. — CAJAL : *El plexo de Auerbach de los batracios.* Barcelone, 1892. — *Los ganglios y plexos nerviosos del intestino de los mamiferos y pequenas adiciones a nuestros trabajos sobre la medula y gran simpatico general.* Madrid, 1893· RETZIUS : *Ueber den Typus der sympatischen Ganglienzellen der höheren Thiere.* Biolog. Unters.. 1892. — L. SALA : *Sulla fina anatomia dei gangli del simpatico.* Monitore Zool. ital., 1892. — v. LENHOSSEK : *Ueber das Ganglion spheno-palatinum und den Bau der sympathischen Ganglien.* Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnersorgane. Wiesbaden, 1894. — RETZIUS : *Ueber das Ganglion ciliare.* Anat. Anz., 1894. — *Ganglion ciliare.* Biolog.Unters., Bd. VII, 1894. — KÖLLIKER : *Der feinere Bau und die Functionen des sympathischen Nervensystems.* Wurzburg, 1894. — *Ueber die feinere Anatomie und die physiologische Bedentung des sympatischen Nervensystems.* Wiener Klin. Wochenschr., 1894. — DOGIEL : *Zur Frage über die Ganglien der Darmgeflechte bei den Säugethieren.* Anatom. Anz., 1895. — *Zur Frage über den feineren Bau des sympatischen Nervensystem bei den Säugethieren.* Archiv. f. mikv. Anat., 1895. — *Zwei Arten sympatischer Nervenzellen.* Anat. Anz., 1896. — LANGLEY : *Preliminary account of the arrangement of the sympathetic nervous system, based chiefly on observations upon pilo-motor nerves* Preceedings of the Royal Society, 1893. — *The arrangement of the sympathetic nervous system, based chiefly on observations upon pilo-motor nerves.* Journal of Physiology, 1893. — *A short account of the sympathetic System.* Physiological Congres. Bern. 1895. — LANGENDORFF. — *Ciliarganglion und Oculomotorius.* Pflüger's Archiv, 1894. — APOLANT : *Ueber das Ganglion ciliare.* Verhandl. der physiolog. Gesellsch. zu Berlin, 1894. — RETZIUS : *Zur Kenntniss der Nerven der Milz und der Nieren.* Biolog. Unters, Bd. III, 1892. — VAN GEHUCHTEN : Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft, Wien, 1892. — KÖLLIKER. *Die Nerven der Milz und der Nieren und die Gallencapillaren.* Sitzungsber der Würzburger Phys. med. Gesellschaft, 1892.— RETZIUS : *Zur Frage von den freien Nervenendigungen in den Spinalganglien.* — Biolog. UNTERS, Bd. XVI, 1894. — JACQUES : *Contribution à l'étude des nerfs du cœur.* Comptes

rendus de la Soc. de Biol., 1894. — *Recherches sur les nerfs du cœur chez la grenouille et les mammifères.* Journal de l'Anat. et de la phys., 1894. — Heymans et Demoor : *Etude sur l'innervation du cœur des vertébrés à l'aide de la méthode de Golgi*, Mémoires couronnés de l'Acad. royale de médecine de Belgique, 1894.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

A.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

I.

L.

M.

N.

O.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

Z.

TABLE DES AUTEURS

PUBLICATIONS DU MÊME AUTEUR

1. Etude sur la structure intime de la cellule musculaire striée.
La Cellule, t. II. pp. 293-453 avec 6 planches. 1886.
2. Observations sur la vésicule germinative et les globules polaires de l'Ascaris Megalocephala.
Tageblatt der 60. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerze in Wiesbaden, 1887, pp. 250 et 251. 1887.
3. Structure intime de la fibre musculaire striée.
Ibid., pp. 256-257. 1887.
4. Nouvelles observations sur la vésicule germinative et les globules polaires de l'Ascaris Megalocephala.
Anatomischer Anzeiger, Bd. II, pp. 751-760. 1887.
5. Etude sur la structure intime de la cellule musculaire striée.
Ibid., Bd, II, pp. 792-802 avec 9 figures. 1887.
6. L'alcool acétique comme fixateur des œufs d'Ascaris Megalocephala.
Ibid., Bd. III, pp, 237-240. 1888
7. Etude sur la structure intime de la cellule musculaire striée chez les Vertébrés.
La Cellule, t. IV, pp. 245-316 avec 3 planches. 1888.
8. Structure intime de la cellule musculaire striée.
Verhandl. der physiologischen Gesellschaft zu Berlin, 1887-88, 22 juin 1888, pp. 10-13.
9. Les noyaux musculaires de la grenouille adulte.
Tageblatt der 61. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerze in Cöln, 1888.
10. Existe-t-il une membrane périphérique aux fibrilles musculaires des ailes de l'*Hydrophilus piceus ?*
Ibid., 1888.
11. Les noyaux des cellules musculaires striées de la grenouille adulte.
Anatomischer Anzeiger, Bd. IV, pp. 52-64, avec 14 fig. 1889.
12. L'axe organique du noyau.
La Cellule, t. V, pp. 177-185 avec 1 planche. 1889.
13. Cellules musculaires striées ramifiées et anastomosées.
Verhandl. der Anatom. Gesellschaft. Berlin 1888, pp. 100-105 5 figures.

14. Recherches histologiques sur l'appareil digestif de la larve de la *Ptychoptera contaminata*.
La Cellule, t. VI, pp. 1 à 108 avec 6 planches. 1889.
15. Le mécanisme de la sécrétion.
Communication faite au Xe congrès international de médecine tenu à Berlin le 4 avril 1890 (section d'anatomie) Anatomischer Anzeiger, 1891, pp. 12-25 avec 7 fig.
16. Contribution à l'étude de la muqueuse olfactive chez les mammifères.
La Cellule, t. VI, 1890, pp. 1 à 15 avec 1 planche.
17. La structure des centres nerveux : la moelle épinière et le cervelet.
La Cellule, t. VII, 1891, pp. 1-44 avec 4 planches.
18. Les découvertes récentes dans l'anatomie et l'histologie du système nerveux central.
Conférence donnée à la Société belge de microscopie le 21 avril 1891. Annales de la Société belge de microscopie (mémoires t, XV) 1891. 45 p. avec 16 figures.
19. Le bulbe olfactif chez quelques mammifères (En collaboration avec I. Martin).
La Cellule, t. VII, 1891. pp. 1-35 avec 3 planches.
20. La structure des lobes optiques chez l'embryon du poulet.
La Cellule, t. VIII, pp. 7-43 avec 3 planches. 1892.
21. Contribution à l'étude de l'innervation des poils.
Anatomischer Anzeiger, 1892, pp. 341-348 avec 5 figures.
22. Les cellules nerveuses du sympathique chez quelques mammifères et chez l'homme.
La Cellule, t. VIII, pp. 81-95 avec 1 planche. 1892.
23. Les terminaisons nerveuses libres intra-épidermiques.
Verhandlungen der Anatom. Gesellschaft, Wien. 1892, pp. 64-69.
24. Contribution à l'étude des ganglions cérébro-spinaux.
Bulletin de l'Académie royale de Belgique, t. XXIV, 1892, pp. 117-154 avec 11 figures.
25. Nouvelles recherches sur les ganglions cérébro-spinaux.
La Cellule, t. VIII, pp. 235-252 avec 1 planche. 1892.
26. De l'origine du nerf oculo-moteur commun.
Bulletin de l'Académie royale de Belgique, t. XXIV, 1892, pp. 484-502 avec 5 figures.
27. Contribution à l'étude du mécanisme de l'excrétion cellulaire.
La Cellule, t. IX, pp. 95-117 avec 1 planche. 1893.
28. Les nerfs des poils.
Mémoires couronnés et autres mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique, t. XLIX, 1893, 52 pages avec 2 planches.
29. Les terminaisons nerveuses libres intra-épidermiques chez quelques mammifères.
La Cellule, t. IX, pp. 301-311 avec 2 planches. 1893.
30, Les éléments nerveux moteurs des racines postérieures.
Anatomischer Anzeiger, pp. 215-223 avec 5 figures. 1893.

31. Contribution à l'étude du système nerveux des Téléostéens.
La Cellule, t. X, pp. 255-295 avec 3 planches. 1894.
32. Contribution à l'étude du faisceau de Meynert ou faisceau rétro-réflexe.
Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique 1894. 5 pages.
33. La neuroglie dans le cervelet de l'homme.
Bibliographie anatomique pp. 146-152 avec 3 figures. 1894.
34. Le faisceau longitudinal postérieur.
Bulletin de l'Académie royale de médicine de Belgique, 1895, 40 pages avec 3 planches.
35. De l'origine du pathétique et de la racine supérieure du trijumeau.
Bulletin de l'Académie royale de Belgique pp. 417-441 avec 5 figures. 1895.
36. Le bulbe olfactif de l'homme.
Bibliographie anatomique, 1895, pp. 171-175 avec 4 figures.
37. La moelle épinière de la truite (Trutta fario).
La Cellule, t. XI, 60 pages avec 7 planches. 1895.
38. La syphilis cérébrale. Un cas de paralysie labio-glosso-laryngée d'origine syphilitique.
La Policlinique. 1895.
39. Les arthropathies tabétiques. Un cas d'arthropathie du genou bilatérale et symétrique (En collaboration avec Z. Glorieux).
Revue neurologique. 1895, pp. 491-498, avec 1 figure.
40. Un cas de myopathie primitive progressive (type facio-scapulo-huméral) avec pseudo-hypertrophie des muscles des membres inférieurs et attitude vicieuse extraordinaire. (En collaboration avec Z. Glorieux.)
Revue neurologique. 1896, pp. 225-235 avec 3 figures.
41. Faisceau pyramidal et maladie de Little.
Journal de neurologie et d'hypnologie, 1896, pp. 256-269 avec 6 figures.
42. Contribution à l'étude du faisceau pyramidal.
Journal de neurologie et d'hypnologie. 1896, pp. 336 à 345 et 355 à 364 avec 9 figures.

Fini d'imprimer le 29 Octobre 1896.



